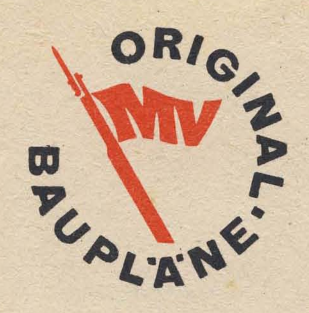
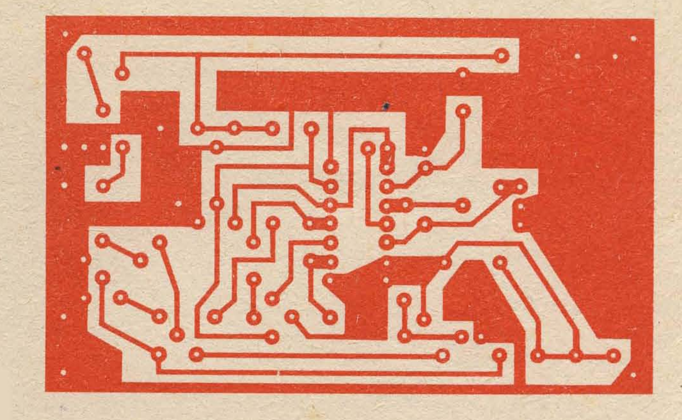


Bauplan 64



Klaus Schlenzig

Wachsame Elektronik

ISBN 3-327-00355-6

Inhalt

1. Einleitung

Sichern, Bewahren und Erhalten sind wichtige Aufgaben im gesellschaftlichen und persönlichen Bereich. Es geht dabei sowohl um den Schutz von Leben wie um ökonomische Probleme, aber auch (bisweilen) um das Sichern oder Vorbeugen vor unbefugtem Zu- oder Eingriff. Auch diese Problematik stellt sich Arbeitskollektiven ebenso wie dem einzelnen »nach Dienstschluß«. Daß Kontrolle besser ist als bloßes Vertrauen (darauf, daß nichts geschehen würde...), hat sich oft erwiesen. So kann auch auf diesem Gebiet der geübte Bauplanleser nützlich werden – wiederum »rund um die Uhr«, zu Hause wie im Arbeitsbereich. Mikroelektronik macht's leicht.

Für das Sichern von Gebäuden und anderen größeren Objekten gibt es eine Reihe von Industrieprodukten. Auch für den persönlichen Einsatz kann man sie erwerben. Sie bieten abgeschlossene Fertiglösungen, sind relativ einfach zu installieren und entsprechen sowohl den klimatischen Einsatzbedingungen wie den nötigen Auflagen bezüglich Lärmbelästigung u. ä.

Der Bauplan geht mehr »nach innen«, dorthin, wo weder ein Regenguß den Schallwandler außer Betrieb setzen kann, noch ein Alarmsignal die nicht betroffene Umwelt zu belasten vermag. Die rein akustische Signalisierung stellt nur eine der Varianten dar – im Gebäudeinnern zum Warnen, manchmal aber auch auf Abschrecken hin vorgesehen. Darüber hinaus wirkt sie hier ebenfalls (und in jeder der vielen unterschiedlichen Anwendungen) als Informationsmittel für die »vor Ort« mit dem Eingreifen Beauftragten.

Bauplan 63 gab einen Überblick über die große Zahl von Möglichkeiten für den signalerzeugenden »Kern« solcher Systeme. In *Bauplan 64* wird nun – mit ihnen oder ähnlichen Schaltungen – beschrieben, wie man sie je nach Ereignis aktiviert und wie das ausgelöste Signal weitergeleitet oder wie sein Wirkradius erweitert wird.

Eine Reihe informativer Details tragen zum Gebrauchswert dieses Bauplans bei. Die Anwendungen decken viele Gebiete ab, z. B. Öffnungsmelder für Fenster und Türen, unterschiedlich komplex je nach Zahl der Überwachungsstellen, auf Fremdlicht reagierende Signalgeber, Lagergut bewachende Rauchmelder, Wassermelder für Keller wie für Waschräume u. ä. Schließlich wird noch eine praktisch ruhestromfreie, durch Batteriebetrieb störsichere Alarmanlage einschließlich Leiterplatte vorgestellt, deren tatsächliche Gesamtausführung (dem Sicherheitsanliegen gemäß) der Leser aus dem Informationsangebot heraus selbst bestimmen kann.

Dieser Bauplan ist sowohl eigenständig nutzbar wie (noch effektiver) auch in Verbindung mit *Bauplan 60*, wenn es um den Einsatz von Infrarotstrecken geht, und mit *Bauplan 63*, der aus jedem Bauelementevorrat weitere Varianten des signalerzeugenden Kerns auszuwählen gestattet.

2. Kontakte als Wächter für Türen und Fenster

Informationen über den augenblicklichen Zustand von Fenstern und Türen haben unterschiedliche Gründe. Sie reichen vom Schutz von Leben und Sachwerten bis zum rationellen Umgang mit Energie. In Haushalten mit Kleinkindern sollte man z. B. stets wissen, ob gefahrbringende Fenster unbefugt geöffnet werden bzw. unbeaufsichtigt offenstehen oder ob eine nur angelehnte Tür zu einem Abenteuerausflug in die Umgebung mißbraucht wird.

Man kann in ein solches Alarmsystem bei Bedarf im Falle eigener Abwesenheit auch den Nachbarn einbeziehen. Der kulturelle Genuß eines Konzerts oder einer Theatervorstellung wird dann nicht durch Angstvorstellungen getrübt, und der hilfsbereite Nachbar muß dennoch nur im Notfall eingreifen.

Aber auch bereits das Auskühlen eines Zimmers infolge eines vergessenen Fensters kann – besonders in kalten Winternächten – schlimme Folgen haben. Schon wenig aufwendige Einrichtungen vermögen all dies zu verhindern. Bild 1 zeigt ein einfaches Beispiel mit dennoch minimalem Ruhestrom, ermöglicht durch einen aktiven Piezosummer (z. B. *piezo-phon*). Je nach Umfang der Überwachungsmaßnahmen wird ein Stromkreis mit einem oder mehreren Ruhekontakten gebildet. Ruhekontakte lassen sich zuverlässiger realisieren als Arbeitskontakte (ausgenommen in Form von Mikrotastern, wo beides gleichberechtigt ist), und sie reagieren auch bereits auf kleine mechanische Abweichungen des Sollzustands.

2.1. Kontaktauswahl

Ruhekontakte können aus ausrangierten Fernmelderelais (für kleine Ströme geeignet) oder notfalls auch einfach aus 2 Federblechstreifen – etwa von ausgedienten Batterien – bestehen, vgl. Bild 2. Allerdings werden an ihre Oberfläche um so höhere Ansprüche gestellt, je kleiner der Ruhestrom ist. Ideale Hilfestellung können in dieser Hinsicht die vergoldeten Anschlußbeine von bestimmten Transistortypen leisten. Je 2 etwa 10 mm lange Drahtstückchen davon werden z. B. gemäß Bild 3 an Federblech und Gegenkontakt gelötet.

Ähnlich günstig verhält sich die interessante Kombination nach Bild 4. Die Idee wurde den Eingabetasten elektronischer Schreibmaschinen und Computer entlehnt. (Man erhält solche Tastensätze bisweilen im Handel.) Die Kombination aus Leitgummi und Gold ist ebenfalls recht kontaktsicher, wenn auch nicht gerade niederohmig. Doch der schon bei mäßigem Druck erreichbare Kontaktwiderstand von weniger als 1 kΩ löst die Schaltungsaufgabe nach Bild 1 zuverlässig. Ist ein solches Stückchen Leitgummi verfügbar, braucht man auf der Gegenseite wieder nur 2 vergoldete Drahtstückchen, und der Überwachungskontakt funktioniert. Als Träger der Kontakte bietet sich ein Stück Lochrasterplatte an.

Die betriebssicherste Signalauslösung ergibt sich aber mit Mikrotastern (Bild 5). Da sie über einen Umschaltkontakt verfügen, sind sowohl Ruhe- als auch Arbeitsstromkreise oder auch Kombinationen aus beiden möglich. Demgegenüber kann ohne zusätzliche Maßnahmen ein von einem Dauermagneten geschalteter Schutzrohrkontakt (*Reed*-Kontakt) nur als Einschalter oder als Ausschalter eingesetzt werden. Der Ausschalter wird aus Montagegründen wohl überwiegen, denn beim Einschalten im Falle des Öffnens von Tür oder Fenster müßte ja eine definierte Endstellung erreicht werden. (Die Wirkentfernungen zwischen Magnet und Kontakt sind sehr klein!)

Bild 6 bis Bild 8 zeigen Einsatzmöglichkeiten für beide Systeme. Interessant ist der »Wischkontakt«. Beim Öffnen der Tür oder des Fensters wird er vom vorbeigleitenden Magneten nur kurz betätigt. Dadurch können z. B. Signaleinrichtungen mit Flip-Flop gehalten werden, auch bei nur kurzem Öffnen. Damit wird der Alarm gespeichert.

2.2. Eingangsschaltungen für Kontakte

Eine u. a. zu Bild 8 passende Eingangsschaltung der Alarmvorrichtung zeigt Bild 9. Befindet sich das Flip-Flop in größerer Entfernung vom Kontakt, so sind die üblichen, bereits angedeuteten Maßnahmen nötig, um Fehlauslösungen zu vermeiden, das heißt RC-Beschaltung am Flip-Flop-Eingang.

In Überwachungseinrichtungen wird man für ein solches Flip-Flop im allgemeinen keinen TTL-Schaltkreis einsetzen. Abgesehen vom hohen Strombedarf und den engen Betriebsspannungsgrenzen sind schnelle TTL-Gatter in Systemen mit langen Zuleitungen stets äußerst störempfindlich. Die ebenfalls nicht beliebig wählbaren Widerstände im Eingangskreis solcher Gatter schränken den Spielraum bezüglich Entstörbeschaltung erheblich ein. Die »normalen«, nicht allzu schnellen CMOS-Digitalschaltkreise sind also in jeder Hinsicht die vorteilhafte Alternative. Das kommt damit auch in der Auslegung von Bild 9 zum Ausdruck. (Nebenbei: Mit U_{DD} wird bei CMOS-Schaltkreisen meist die positive Betriebsspannung bezeichnet.)

Ein weiterer Aspekt, der sich dabei vorteilhaft auswirkt, besteht in der relativen Preisentwicklung zwischen TTL und CMOS. Die Entscheidung zwischen Draht- und sonstigem Aufwand und Schaltkreiszahl kann darum oft heißen »Nimm einen IS mehr!«. Aber das muß sinnvoll bleiben. Gerade in der räumlichen Verteilung von Systemen mit Logikschaltungen wird man sich den örtlichen Gegebenheiten anpassen müssen. Störsicherer heißt schließlich noch lange nicht absolut störfest. Und je kleiner die Betriebsspannung, um so weniger Störabstand bleibt, ausgedrückt in Spannung, die ein Störimpuls nur haben muß, um die Schaltung zu beeinflussen. Allerdings schneidet da »normale« CMOS-Technik eben günstiger ab, was die nötige Impulsbreite betrifft. Doch ist (zunächst) die nötige Störenergie wieder wesentlich geringer. Denn: Hat eine angenommene Störquelle z. B. 10 kΩ Innenwiderstand und liefert »Leerlauf«-Störimpulse von 3 V, so brechen diese über 470 Ω TTL-Eingangsbeschaltung auf 5 % zusammen. Bei 100 kΩ CMOS-Eingangsbeschaltung bleibt die Amplitude jedoch nahezu erhalten! Da sich aber Störimpulse nur dadurch ausbreiten können, daß sie zeitlich variable Amplituden haben, läßt sich mit *C*-Beschaltung viel erreichen. Und gerade CMOS ist da stark im Vorteil. Es genügt, die doch meist relativ schmalen, von der Leitung aufgefangenen Impulse über ein *RC*-Glied in Richtung Schaltkreiseingang so weit zu dämpfen, daß sich am Siebkondensator gar nicht die H-Spannung aufbauen kann (vgl. Bild 9). Diese wiederum ist aber etwa die Hälfte der Betriebsspannung. Also: Solche Systeme besser mit 10 bis 15 V betreiben, wenn es die Umgebungsstörungen nahelegen.

Alle diese Mittel versagen, wenn z. B. ein starker Störgenerator in der Nähe in rascher Folge hohe Störamplituden einkoppelt. Das kann ebenso ein Klingel- wie ein Zeilentransformator sein. Doch dagegen gibt es auch noch einige Mittel, angefangen vom Verdrillen der Leitung, konsequenter Sternerdung der (selbstverständlich batteriebetriebenen) Anlage und eben der Wahl von Standorten und Leitungsführungen, die solchen Störgiganten aus dem Wege gehen. Doch zurück zu den Auslösemöglichkeiten.

Ein quasi ruhestromfreies Flip-Flop eignet sich nicht nur zur unmittelbaren Information über den Zustand des überwachten Punkts. Abgesehen davon, daß man dabei immer die Wahl hat zwischen einem Daueralarm (wie in Bild 9 mit Handrückstellung) und der Signalisierung nur für die Dauer des Ereignisses (Bild 10 und Bild 11, günstiger bei oft zu betätigenden Öffnungen).

2.3. Beispiel: Briefkastenmelder

Daueralarm muß nicht Dauersignal heißen. Es gibt manchen Fall – nicht nur im Rahmen vordergründiger Überwachungsaufgaben –, bei dem ein praktisch ruhestromfreier Speicher irgendwann ausgelöst und ebenso zeitbeliebig abgefragt werden kann. An dieser Stelle sei auf eine Briefkastenabfrage hingewiesen, bei der man sich nach Belieben durch Knopfdruck und aus einiger Entfernung informieren kann, ob die Klappe betätigt worden ist. (Zahlreiche weitere Einsatzfälle sind denkbar!) Ein CMOS-Flip-Flop direkt am Kasten, eine Trennstufe zur Auskopplung – und schon läßt sich sehr störsicher zwischen Kasten und Haus eine Informationsleitung verlegen. Bild 12 enthält einen Vorschlag für eine solche Einrichtung mit Abfrage bei Bedarf. Der Einsatz dieser Schaltung lohnt besonders dort, wo wenig Platz für eine größere Batterie vorhanden ist und wo man außerdem mit 2 Adern für die Zuleitung auskommen will (denn sonst könnte ja eine 3. Ader die Versorgungsspannung zuführen). Die Abfragebatterie befindet sich im Hause. Nur bei positiver Rückmeldung wird man den Kasten aufsuchen müssen und kann dabei die Schaltung rückstellen.

2.4. Zuverlässigkeitsfragen

Von besonderer Bedeutung für die Zuverlässigkeit einer Alarmanlage mit Kontakten ist die Ansprechsicherheit dieser Kontakte. Mikrotaster z. B. sind Umwelteinflüssen ausgesetzt. Ein Kontakt braucht daher, wenn er sicher arbeiten soll, einen bestimmten Mindeststrom bzw. eine Mindestspannung, sonst können unvermeidbare Fremdschichten nicht mehr sicher durchbrochen werden. Es hängt stark vom Typ und vom Kontaktwerkstoff ab, wie diese Werte liegen. Als Beispiel erfordert ein »besonders sicher« aussehender großer 10-A-Mikrotaster bereits 100 mA Kontaktmindeststrom, wenn man sich auf die Kontaktgabe verlassen muß. Das ist für Überwachungskreise nur bei Netzspeisung zu akzeptieren.

Umgekehrt kann also als Faustregel gelten, daß für kleinere Maximalströme vorgesehene Kontaktsysteme auch für kleine »Linienströme« besser geeignet sind als etwa Starkstromkontakte. Das ist auch zu berücksichtigen, wenn man die Kontakte selbst aus Relaisfedersätzen baut. Zusätzlich empfiehlt sich dabei eine Parallelredundanz besonders für Arbeitsstromkontakte, wobei sich dann allerdings der Strom wieder auf mehrere Kontakte aufteilt. Für Ruhestromschaltungen wiederum ist Serienredundanz sinnvoller, damit eventuell klebende Kontakte die Überwachung nicht in Frage stellen. Von 2 in Serie geschalteten öffnet dann wenigstens (mit entsprechender Wahrscheinlichkeit) einer (Bild 13). Schutzrohrkontakte brauchen zwar ebenfalls Mindestströme, die jedoch meist unter 1 mA (Größenordnung) liegen können. Außerdem sind bei ihnen keine Umwelteinflüsse zu befürchten. Insofern kann sich der mit ihnen und der Montage von Magneten verbundene Mehraufwand durchaus lohnen. Solche Dauermagnete auf Ferritbasis findet man übrigens in handelsüblichen Magnetverschlüssen für Möbeltüren.

2.5. »Leitungsentscheidungen«

Soll der jeweilige Zustand der Türen und Fenster in einer Wohnung überwacht werden, dann muß man auf jeden Fall einige Leitungen verlegen. Es werden für den Heimelektroniker nicht die letzten sein. Daher ist es nützlich, bereits von diesem meist 1. Ansatz einer Wohnungsverkabelung an Buch zu führen, was wo liegt und wohin führt, mit Farbzuordnung und Anschlußart. Generelle Forderung: Alle Leitungen sind weit von Netzleitungen entfernt unterzubringen. Das ist nicht allein eine Sicherheitsforderung, es macht sich darüber hinaus auch wegen der sonst recht großen Störeinkopplungen notwendig.

Für die Verknüpfung der Überwachungsstellen kommt, was den Leitungsaufwand betrifft, aus ökonomischen Gründen vorrangig die Serienschaltung in Frage, die nur eine 1adrige Ringleitung erfordert. Das bedeutet allerdings Festlegen auf Ruhekontakte. Wird irgendwo ein Kontakt unterbrochen, so ist die Alarmbedingung erfüllt. Eine Information darüber, wo die Unterbrechung liegt, gibt es dabei nicht.

Arbeitskontakte setzen mindestens eine 2adrige Leitung voraus. Auch dabei ist noch keine Unterscheidung bezüglich des Auslöseorts gegeben. Sie kann jedoch bereits mit einfachen Mitteln realisiert werden. Bild 14 zeigt zunächst die beiden Grundtypen der Überwachungsleitung. Im Vergleich zu Alarmanlagen gegen unbefugtes Eindringen sind die Grenzbedingungen der Funktion weniger kritisch – es muß ja nicht mit einem böswilligen Eingriff gerechnet werden. (Darauf geht ein noch folgender Abschnitt ein.) Damit entfallen also z. B. Maßnahmen, um eine Drahtbrücke zu erkennen, mit der ein sich öffnender Kontakt wirkungslos gemacht worden ist. (Das zu melden setzt z. B. einen »eingemessenen« Parallelwiderstand zum Kontakt voraus; ein Unterschreiten seines Werts beim Öffnen des Kontakts löst ebenfalls Alarm aus. Das besorgt eine zusätzliche Auswerteschaltung. Sie bedeutet erhöhten Aufwand.) Will man jedoch den Auslöseort gleichzeitig mit gemeldet haben, so ist ein diesem nahekommender Aufwand erforderlich. Bild 15 zeigt eine noch relativ einfache Variante. Dort wird die bekannte Möglichkeit, 2 Vorgänge über eine gemeinsame Leitung durch Dioden voneinander unterscheiden zu können, ausgenutzt. Dargestellt wurde eine Doppelleitung mit 2 an beliebiger Stelle angebrachten Ruhekontakten.

Piezosummer mit eingebautem Generator erlauben das parallele Überwachen mehrerer Kontakte ohne weitere aktive Schaltungstechnik auch bei gleichzeitiger optischer Anzeige des Alarmorts. Bild 16 zeigt ein beliebig erweiterbares Beispiel für 2 Überwachungsstellen mit Arbeitskontakten. Das passive Diodengatter aktiviert den Generator im Piezosummer in jedem Falle, die dem angesprochenen Kontakt zugeordnete Leuchtdiode informiert über den Auslösepunkt. Getrennte Vorwiderstände stellen gleich-

mäßige Helligkeit auch beim gleichzeitigen Ansprechen mehrerer Kontakte sicher. Noch einfacher wird es gemäß Bild 17. Je mehr Stellen gleichzeitig auslösen, um so lauter wird das Signal. Allerdings hängt hier die Helligkeit der Leuchtdioden von der Anzahl der Alarmpunkte ab, die gleichzeitig angesprochen haben.

Noch einfacher, aber im Helligkeitsunterschied auch zu bemerken, ist die Lösung nach Bild 18. Grenzbedingung in allen Fällen: Bei Auslösung von nur einer Überwachungsstelle muß $(U_S - U_F)/R_{V_{ges}}$ unter dem zulässigen maximalen Flußstrom I_F der Leuchtdiode bleiben.

Für den Piezosummer sollten – je nach örtlichen Bedingungen – über dem Vorwiderstand bei Bild 17 mit einer leuchtenden Diode wenigstens 2 V vorhanden sein; bei Bild 18 ist ohnehin eine relativ konstante Differenz $U_S - U_F$ für den im Verhältnis zu R_V hochohmigen Summer gegeben.

Für die Überwachung einer größeren Anzahl von Kontakten empfehlen sich Digitalschaltkreise, wenn dabei noch weitere Möglichkeiten dieser Schaltkreise genutzt werden, wie Erzeugen weiterer Meldesignale, Zeitverzögerung oder -begrenzung usw. Außerdem sind nur dann Ruhekontakte sinnvoll, die bei passiven Lösungen sonst größeren Ruhestrom verursachen. Dabei können mehrere Überwachungsstellen zu einer Gruppe zusammengefaßt und an die Eingänge eines Gatters gelegt werden. An dieser Stelle muß nochmals auf die Störeinflüsse durch längere Zuleitungen an Digitalschaltkreisen hingewiesen werden. Sie führen leicht zu Fehlauslösungen. Was dagegen unternommen werden kann, wurde bereits gezeigt. Die Kondensatoren dürfen bei Arbeitskontakten recht groß sein, solange ihr Ladestromstoß die Kontakte nicht verklebt. MKL- bzw. MKT-Typen von 1 µF sind daher durchaus möglich und sinnvoll.

Bei Einsatz eines CMOS-NAND-Gatters ist eine Lampensignalisierung gemäß Bild 19 auch heute noch akzeptabel. Wenn die Signalzeiten kurz bleiben, erlaubt sie wieder Batteriebetrieb. Da man bei Anwesenheit doch meist umgehend auf das Signal reagieren wird, läßt sich auch eine Zeitbegrenzung der Anzeige einführen. Solche Möglichkeiten werden im nächsten Abschnitt behandelt. Bei Lampen vom Typ 3,8/0,07 A ergibt sich ein guter Kompromiß zwischen erreichbarer Signalwirkung und Aufwand.

In der Grundschaltung nach Bild 19 schließt der betreffende Kontakt bei Alarm den zugeordneten Gattereingang kurz. Die an diesem Eingang gegen Plus liegende Lampe leuchtet dadurch auf. Der Gatterausgang geht von ursprünglich L auf H. Je nach Art des Alarmgebers kann dieser Sprung direkt verwendet werden (aktiver Piezosummer gegen Masse oder Steuern des Eingangs eines npn-Transistors), oder er ist zu invertieren. Bild 20 deutet alle 3 Möglichkeiten an. Bei dieser einfachen Signalschaltung ist von Vorteil, daß einerseits jeder Kontakt gleichberechtigt den Signalgenerator startet, während andererseits dennoch – durch einen Blick auf die Kontrollampen – sofort festgestellt werden kann, ob sich der Alarm auf nur eine oder auf mehrere Schaltstellen bezieht.

2.6. Miniwächter für mehrere Punkte

Soll die Signalisierung auch nur bei kurzzeitiger Betätigung eines Überwachungskontakts anhalten, bis man sie löscht, eignet sich am einfachsten wieder ein RS-Flip-Flop nach Bild 9. Es wird hinter das Verknüpfungsgatter gelegt; lange Zuleitungen entfallen. Diese Lösung verbindet die relative Unempfindlichkeit stark »abgeblockter« Gattereingänge mit der Möglichkeit der Signalspeicherung über ein Flip-Flop. Nach diesem Prinzip läßt sich eine Kleinstanlage mit 2 Überwachungsstellen im Digitalteil mit nur einem *4093* (*4011* o. ä.) realisieren (Bild 21). Der Übergang von L auf H (bei 1. Einschalten definierten Zustand durch kurzes Drücken der Resettaste erzwingen) ermöglicht das Anschalten eines Tongenerators. Man kann auch direkt in der Schaltung nach Bild 9 Gatter mit mehreren Eingängen zu einem Flip-Flop verknüpfen und mit dem oberen Gatter mehrere Meßstellen überwachen. Soll auch bei kurzzeitiger Betätigung eines Überwachungskontakts nicht einfach nur Daueralarm für alle Meßstellen ausgelöst werden, muß man jeder Überwachungsstelle ein Flip-Flop zuordnen.

Noch sparsamer arbeitet die Minianlage nach Bild 22. Ein *4023* überwacht nicht nur 3 Meßstellen, sondern signalisiert (mit allerdings bescheidener Lautstärke) den Alarm durch einen eigenen Generatorteil, der von der Überwachungsseite her gestartet bzw. gestoppt wird. Der Vorwiderstand zur Piezokapsel ist erforderlich, falls deren Strom in der H-Phase eine für Generatorbetrieb zu niedrige H-Spannung am Ausgang verursacht. Allerdings wird hier der Alarmfall nicht gespeichert, das Signal ertönt nur für die Dauer des Alarms. Mit den Ruhekontaktschaltern kann das Signal abgeschaltet und gleichzeitig der Alarmkreis festgestellt werden.

Die an Plus gelegten Eingänge der beiden Taktgeneratorgatter können für zusätzliche Effekte genutzt werden: L am Eingang des vorletzten Gatters sperrt jedes Signal, L am Eingang des letzten Gatters liefert einen Dauerton, auch dann, wenn bereits einer der 3 ursprünglich schon vorhandenen Arbeitskontakte geschlossen ist. Gegenüber vergleichbaren TTL-Lösungen können alle diese Schaltungen aus einer Batterie betrieben werden. Schon allein das vermindert die Gefahr von Fehlauslösungen durch Störimpulse beträchtlich, denn die »Antennenwirkung« des Netzes entfällt. Aus der Forderung nach niedrigstem Ruhestrom ergab sich auch die Anschlußlage der Piezokapsel. Demgegenüber invertiert die im folgenden beschriebene Anlage das Ausgangssignal, so daß sich im ganzen ebenfalls wieder minimaler Ruhestrom ergibt.

Eine günstige Verbindung zwischen der energiegenügsamen CMOS-Schaltung und einem gewissen Mindeststrom für die Arbeitskontakte erhält man durch Leuchtdioden mit gutem Wirkungsgrad. Bild 23 zeigt eine solche Anlage. Gleichzeitig wird durch eine Transistorendstufe ein höherer Signalpegel erreicht, so daß statt der Piezokapsel nun ein Lautsprecher angeschlossen werden kann. Das ergibt außerdem die Möglichkeit, im Tongenerator andere Tonfrequenzen zu erzeugen, als sie von Piezogeneratoren auf Grund ihrer Resonanzeigenschaften abgegeben werden. Die Ruhelage der CMOS-Gatter stellt sicher, daß der Transistor gesperrt ist (Ausgang von Gatter 3 auf L). CMOS-gerecht sind unbenutzte Eingänge benutzter NAND an $+U_{DD}$ gelegt worden.

Wird einer der Kontakte (oder werden beide) geschlossen, führt der Ausgang des 1. Gatters H, und der Generator kann im Tonfrequenzbereich schwingen. Von dieser Tonfrequenzspannung wird auch der Endstufentransistor angesteuert. Die statt Glühlampen eingesetzten Leuchtdioden erfordern einen Vorwiderstand. Bei oft zu erwartender gleichzeitiger Signalisierung mehrerer Überwachungsstellen erhält zweckmäßig jede Leuchtdiode einen eigenen Widerstand. Diese Anlage wird optimal mit einem 3fach-NAND-IS. Dann sind 3 Meßstellen möglich, und die 3 Leuchtdioden werden am besten in Grün, Gelb und Rot gewählt. Mit den Ruhekontakten kann bei Bedarf (z. B. zur Schonung der Batterie) das Signal abgeschaltet werden.

Der für NF-Generatoren wegen seiner Toleranz gegen langsame Pegelwechsel bevorzugte *Schmitt*-Trigger-NAND-Schaltkreis *4093* (s. u.) hat nur jeweils 2 Eingänge an jedem Gatterelement. Bei mehr als 2 Meßstellen (wie nach Bild 23) muß man – soll nicht eingangsseitig mit Dioden und Widerständen erweitert werden – daher auf »normale« NAND zurückgreifen. Bei kleinen Betriebsspannungen kann das erfahrungsgemäß auch bei den gepufferten Typen der Reihe *V 4000* durchaus akzeptiert werden, ohne daß diese Schaden nehmen. Für den Bereich oberhalb von etwa 6 V stehen im Amateurbedarfshandel außerdem oft noch die ungepufferten, für 9 V Systemspannung entwickelten Typen der Reihe *K 176* (Importe aus der UdSSR) zur Verfügung.

Auch diese einfache Anlage speichert den Alarm nicht. Man kann aber selbst einer solchen 3-Stellen-Anlage bei nur einem Schaltkreis Speicherverhalten wie der 2-Stellen-Anlage nach Bild 21 geben. Das wurde bereits angedeutet. Bild 24 zeigt eine Möglichkeit der Realisierung, die wieder eine aktive Piezokapsel als Signalgeber bedingt. Sinngemäße Eingriffe in die ungenutzten und daher CMOS-gerecht an Plus gelegten Eingänge der Flip-Flop-Gatter, wie bei Bild 22 erwähnt, sind ebenfalls möglich. In allen diesen Anlagen empfiehlt sich eingangsseitig mit zusätzlichen Widerständen direkt vor den Gattereingängen ein weiterer Schutz gegen von den Zuleitungen aufgefangene Störungen, vgl. z. B. schon Bild 21.

Mit dem 4fachen *Schmitt*-Trigger-NAND *4093* können mit geringem Aufwand Mehrpunkt-Überwachungen mit wahlweise optischer und (oder) akustischer Signalisierung hergestellt werden. Außerdem (und nicht nur hier!) erweitert der bereits mehrfach benutzte Piezosignalgeber die Zahl der möglichen Varianten bei kleinem Energiebedarf erheblich. Mit einem *4093* können 4 Punkte überwacht werden. Der Alarmfall läßt sich dabei optisch oder akustisch bzw. (mit Piezosummer) sowohl optisch als auch akustisch anzeigen. Dabei ist auch Tag-/Nacht-Betrieb möglich: Nachts wird auf lautlose optische, tags auf die besser wahrnehmbare akustische Signalisierung geschaltet. Es hängt vom Charakter der Überwachungsaufgabe ab, inwieweit das Sinn hat.

Im Beispiel nach Bild 25 arbeitet jeder Trigger als Taktgeber für eine Leuchtdiode. Ein getakteter Ton kann parallel dazu über einen Piezosummer abgestrahlt werden. Gibt man der Kapsel einen getrennten Vorwiderstand, um die L-Bedingung einzuhalten, kann sie mit 4 Dioden (Katoden an die Ausgänge) von allen 4 Triggern mit unterschiedlicher Taktfrequenz beeinflußt werden.

Eine Leiterplatte, die durch Erweitern der Ausgänge um 4 Treibertransistoren heller leuchtende Anzeigen ermöglicht, ist bereits im *Bauplan 58* enthalten und durch die dazu erhältliche *typofix*-Folie

leicht anzufertigen. Sie eignet sich nicht nur für einfache Kontaktüberwachung, sondern auf Grund der dort vorgesehenen Potentiometer sogar für Schwellwertüberwachungsaufgaben. Man kann auf sie also auch in anderen Zusammenhängen zurückgreifen, z. B. für Feuchte- oder Lichtgrenzwertmelder.

3. Licht- und Flammenwächter

Der Wechsel von hell auf dunkel oder umgekehrt kann über viele Vorgänge informieren: ob die Tür eines Schranks geöffnet wird, ob unerwünscht Licht in einen Lagerraum fällt, ob sich in einem dunklen Raum ein Feuer entzündet hat, ob eine wichtige Beleuchtungseinrichtung ausgefallen ist, ob es durch Witterungseinflüsse oder einfach am Abend nötig wird, einen Hof oder Flur zu beleuchten usw.

Überwachungseinrichtungen, die den nicht gewünschten Zustand melden, enden im allgemeinen wieder bei akustischen oder optischen Ausgaben. Der Schritt zum selbsttätigen Eingriff im erwünschten Sinne ist bei automatischen Beleuchtungen klein, bei einem Flammenwächter z. B. dagegen schon mit einem erheblichen Aufwand verbunden. In diesem Abschnitt werden nur Melder vorgestellt.

Es gibt eine große Anzahl auf Licht reagierender Bauelemente. Manche von ihnen liefern bei Lichteinfall eine Spannung in der Größenordnung einiger hundert Millivolt bei meist recht großem Innenwiderstand. Andere brauchen eine Spannungsquelle, da sie – vereinfacht gesagt – nur ihren Widerstandswert bei Lichteinfall verringern. Die für »Gleichlicht« und langsame Impulsfolgen unter 100 Hz (bei kleinen Beleuchtungsstärken) geeigneten Fotowiderstände können dabei von Dunkelwerten im Megaohmbereich auf Hellwerte von weniger als 1 kΩ kommen. Fototransistoren wiederum liefern von Kollektorspannungen im Bereich weniger Volt an Kollektorströme bis in den Milliamperebereich, Fotodioden (in Sperrichtung betrieben) dagegen um Größenordnungen weniger. Was ihnen beim Strom »fehlt«, machen sie in der Grenzfrequenz gut. Einige zehn Kilohertz bilden die obere Schranke für Fototransistoren. In den Megahertzbereich hinein reichen moderne Fotodioden.

Lichtmelder brauchen nicht auf hohe Frequenzen zu reagieren. Sie sollen dafür mit vertretbarem Aufwand und gegebenenfalls auch »ohne Netz« über möglichst lange Zeiträume auf einen vorgegebenen Grenzwert von »hell« oder »dunkel« reagieren. Für Einsatzbedingungen mit exakten Forderungen an diese Werte braucht man einige meßtechnische Voraussetzungen, obwohl bereits ein mit Fotowiderstand bestückter Belichtungsmesser gute Anhaltswerte für Vergleiche und damit Anpassen an den vorgesehenen Einsatzort liefert.

3.1. Selen – kein »altes Eisen«

Im folgenden Abschnitt sollen zunächst 4 innerhalb ihrer Anwendungsgrenzen auch heute noch recht brauchbare Schaltungen vorgestellt werden. 3 davon geben ihre Information durch die Leuchtdiode aus, die 4. über Lautsprecher oder Hörkapsel. Alle 4 Schaltungen funktionieren mit einem Selenfotoelement als Aufnehmer. Solche Fotoelemente (z. B. *SeH 13×26* u. ä.) waren lange Zeit im Amateurbedarfshandel erhältlich. Aber auch mancher ausgediente »passive« Belichtungsmesser läßt sich kostenlos als Spender benutzen.

Alle 4 Schaltungen benötigen in der Eingangsstufe einen Germaniumtransistor, der sich ebenfalls noch in mancher Bastelkiste finden wird. Seine geringe Schwellspannung (um 0,3 V) ist Voraussetzung, daß sich mit der bei Lichteinfall am Selenfotoelement entstehenden Spannung von wenigen hundert Millivolt etwas anfangen läßt. Bild 26 bis Bild 28 zeigen 3 Schaltungen mit optischer Ausgabe. Doch Vorsicht – Germaniumtransistoren sind nicht unbedingt langzeitstabil. Die im Vergleich zu den Siliziumtechnologien damals noch unvollkommenen (und bei Germanium auch schwieriger zu realisierenden) Passivierungsprozesse schützen den Kristall nicht ewig vor Umwelteinflüssen. Sie äußern sich in höheren Restströmen, abgesehen von anderen Datenänderungen. Beim Kontrollieren fraglicher Exemplare muß außerdem bedacht werden, daß schon Anfassen Erwärmen bedeutet. Das wiederum läßt den Reststrom steigen. Am günstigsten haben noch immer Germanium-HF-Typen aus Fertigungschargen der 70er Jahre abgeschnitten. 20 µA, bei Zimmertemperatur und offener Basis im Kollektor-Emitter-Kreis bei z. B. 4 V gemessen, sind für diese Verhältnisse schon ein guter Wert. Wieviel problemloser sind da Siliziumtypen. Aber mit einer Einschränkung: Etwa doppelt soviel Basis-Emitter-Spannung ist nötig, bevor Kollektorstrom fließt. Wollte man die gezeigten Schaltungen »modernisieren«, müßten 2 Selenelemente in Serie geschaltet werden.

Ausgangsseitig sind die 3 Schaltungen durchweg auch mit einer aktiven Piezokapsel bestückbar. Das allein schon dürfte ihnen weiterhin Anwendungen sichern. Doch nun die Kurzbeschreibungen dieser Lichtmelder.

Transistor und Fotoelement der Schaltung nach Bild 26 befinden sich »am Ort«; Leuchtdiode und Batterie sind in der Überwachungszentrale untergebracht. Je nach Stromverstärkung des Transistors ergibt sich ein anderer Schwellwert, von dem an die Leuchtdiode Licht emittiert. Der Übergang ist nicht scharf, was man von dieser einfachen Lösung auch nicht anders erwarten kann, und sie ist auch relativ unempfindlich. Auf wesentlich kleinere Helligkeitswerte und im Übergangsbereich auch schärfer reagiert die zum Komplementärverstärker erweiterte Schaltung nach Bild 27. Der vom Selenfotoelement aufzubringende Strom ist nahezu um den Faktor des Kehrwertes der Stromverstärkung des 2. Transistors geringer als in Bild 26. Der Schritt zum Einbau einer Rückkopplung ist nun nur noch klein (gestrichelt angedeutet). Jetzt leuchtet die Diode bei genügender Helligkeit ständig und blinkt, wenn es dunkler wird, bevor sie verlischt. Damit kann z. B. die Tendenz »es wird dunkler« durch Blinken eindrucksvoll markiert werden. Eine zusätzliche oder ausschließliche akustische Signalisierung dieses Bereichs durch Einbau einer Telefonkapsel statt der Leuchtdiode oder zusätzlich zu ihr (*C* z. B. 10 nF) liegt ebenfalls nahe.

Übrigens ergibt sich durch die Rückkopplung automatisch auch ein sprunghafter Übergang von hell nach dunkel. Soll durch die Leuchtdiode Dunkelwerden signalisiert werden, so läßt sich auch ein modifizierter Schwellwertschalter nach Bild 28 mit relativ scharfem Anzeigeschwellwert und einer gewissen Hysterese (es muß erst wieder etwas heller werden, bevor die Leuchtdiode ausgeht) einsetzen. Um auch durch den wesentlich größeren »Ein«-Strom keine zu hohe Spannung am Koppelwiderstand zu erzeugen, wodurch das Selenelement keine ausreichende Öffnungsspannung für den 1. Transistor mehr liefern könnte, wurde dieser Widerstandswert relativ klein gehalten. Auch für die Betriebsspannung sind die angegebenen Grenzen einzuhalten. Bei 2 V ist der Schaltübergang schon etwas »verrundet«. Die Ansprechempfindlichkeit liegt aber etwas höher als bei 3 V, bedingt durch den niedrigeren Strom durch den gemeinsamen Koppelwiderstand. Die Belastung des Elements ist geringer als bei der Schaltung nach Bild 26, bezogen auf die gleiche Anzeigehelligkeit der Leuchtdiode.

Eine spezielle Anwendung der nun auf akustische Signaleingabe ausgelegten Schaltung nach Bild 27 ist der »Schubladenalarm« nach Bild 29. Diese Schaltung eignet sich gut für Warnzwecke, z. B. zum Sichern von Schubladen oder Schränken, die gegen neugierige Kinder geschützt, jedoch nicht immer verschlossen gehalten werden können. Voraussetzung für den Einsatz ist, daß erst beim Öffnen Licht eintreten kann! In diesem Komplementärmultivibrator fließt nur Strom, wenn V1 Steuerstrom (Steuerspannung) erhält. Im Dunklen fließt nur der bei günstigen Transistoren sehr kleine Reststrom.

Alarm bedeutet, daß sich die Stromaufnahme bei 2 bis 3 V Betriebsspannung auf etwa 10 mA erhöht. Einige Monate wartungsfreien Betrieb, wenn nicht gerade ständig Alarm ausgelöst wird, kann man schon mit größeren Knopfzellen erreichen. Allerdings können von solcher Quelle höchstens 10 »Tonstunden« erwartet werden. Der bei Lichteinfall einsetzende Stromfluß durch V1 und V2 führt zur Spannungsänderung über dem Lautsprecher und seinem Vorwiderstand (es kann auch wieder eine Telefonkapsel ohne Vorwiderstand sein), die phasenrichtig über das *RC*-Glied (*R* verbreitert die Tonimpulse) auf die Basis von V1 rückgekoppelt wird, bis der Kondensator aufgeladen ist. Dann sinkt der Ausgangsstrom, und es ergibt sich eine gegenläufige Beeinflussung. Dabei entzieht der Kondensator dem Basiskreis von V1 Strom. Eine hörbare Schwingung, deren Frequenz vor allem von *R*, *C* und vorhandener Helligkeit abhängt, entsteht bei richtiger Dimensionierung über einen weiten Helligkeitsbereich: Knarren bei kleinen Helligkeiten, höher werdender Ton bei wachsender Helligkeit. Der Serienwiderstand vor dem Fotoelement gewährleistet bei großer Helligkeit, daß die Schwingung nicht abreißt (Bauelemente sind Richtwerte). Die Schaltung ist also ein dankbares Versuchsobjekt und jedenfalls da am Platze, wo auf diese Weise einige ungenutzte ältere Bauelemente wieder sinnvoll genutzt werden können. Für diesen automatischen Alarmgenerator gibt Bild 30 eine Leiterplatte wieder.

Abschließend noch einige Hinweise zum Umgang mit Selenfotoelementen. Die lichtempfindliche Schicht des Elements ist auch gegen Löten sehr empfindlich. Die Kontakte werden daher mit niedrig-

schmelzendem Speziallot (Schmelzpunkt unter 70 °C) aufgebracht. Typen mit bereits angelöteten Anschlüssen sind deshalb solchen ohne Drähte vorzuziehen. Für sie käme eine Klemmhalterung in Frage, die mehr handwerkliches Geschick erfordert.

Doch nun zu Lösungen, die erst in den letzten Jahren möglich geworden sind. Wiederum zeigt sich der große praktische Nutzen einer aktiven Piezokapsel, selbst in Verbindung mit Selenfotoelementen.

Wo ein Dauerton als akustisches Signal ausreicht (genügsam im Strom und doch gut zu hören) und wo ausreichender »Lichthub« kleinen Strombedarf in den Signalpausen sicherstellt, geht es extrem einfach gemäß Bild 31 (a und b). Voraussetzung ist, daß ein für kleine Spannungen geeigneter Piezotyp benutzt wird wie der aktive Summer *piezo-phon*. Im Dunklen fließen nur einige Mikroampere, bei ausreichender Beleuchtung sind 1,5 mA bei 4,5 V zu erwarten und 0,6 mA bei 2 V. Im Vergleich dazu kommt die Schaltung nach Bild 31c zwar ohne Batterie aus, wird aber durch den Einsatz von wenigstens 2 Solarzellen noch recht kostspielig. Umgekehrt signalisiert die Schaltung nach Bild 32 fehlendes Licht. Am Stellwiderstand paßt man sich den Gegebenheiten an: Je mehr zusätzlicher Widerstand, bei um so größeren Lichtwerten wird der Transistor erst wieder gesperrt, und die Kapsel schweigt. Das Umkehren der Ansprecheinrichtung erfordert also einen Transistor und dazu 1 bis 2 Widerstände. Beide Schaltungen ziehen im Übergangsbereich (unnötigen) Strom. Das trifft auch auf folgendes Beispiel zu: Piezokapsel in Verbindung mit Selenfotoelement.

Mit 2 Selenelementen müßte man die Schwellspannung bei Einsatz eines Siliziumtransistors überwinden, wenn Licht einfällt. Doch es geht auch in der Art nach Bild 33. Schon ein in 10 cm Entfernung entzündetes Streichholz führt zum akustischen Signal. Auf etwa 0,3 V wird in diesem Fall die Bezugsspannung der Signalquelle angehoben. Diese Spannung ersetzt das 2. Fotoelement.

3.2. Nützliche Kombination von Alt und Neu

Aus den Unvollkommenheiten bezüglich Übergangsbereich führt die Kombination von Selenfotoelement und Operationsverstärker nach Bild 34. Ein als Komparator geschalteter *B 761* o. ä. mit aktiver Piezokapsel im Ausgangszweig wird mit einem Selenfotoelement aktiviert. Der für beide Eingänge gemeinsame Spannungsteiler stellt sicher, daß die beiden Eingänge bei dieser unsymmetrischen Betriebsart eine ausreichende Grundspannung erhalten. Außerdem bewirkt der (einstellbare) Abgriff am unteren Widerstand für den invertierenden Eingang, daß dieser Bezugspunkt bei sich ändernder Speisespannung von dieser Spannung mitgeführt wird – ebenso wie der nichtinvertierende. Die Summe aus abgegriffener Spannung und aktueller Elementspannung muß unter der des nichtinvertierenden bleiben, solange nicht der gewünschte Helligkeitsgrenzwert überschritten ist. Auf Grund des endlichen Innenwiderstands der Selenelemente ergibt sich der nötige Eingangsstrompfad für den Operationsverstärker, wenn er auch relativ hochohmig ist und zum sich einstellenden Spannungswert am Eingang beiträgt. (Gegebenenfalls schaltet man bei dadurch etwas schlechterer Empfindlichkeit dem Selenelement bis zu etwa 100 kΩ parallel.)

Der benutzte Operationsverstärkertyp hat jedoch den großen Vorzug, schon mit 3 V Betriebsspannung zu arbeiten. Er benötigt dabei nur etwa 200 µA Ruhestrom. Im Alarmfall setzt das Signal fast schlagartig ein. (Der Übergangsbereich ist auf Grund der hohen inneren Verstärkung des Operationsverstärkers sehr klein, so daß man sich eine Rückkopplung sparen kann.) Es fließen dann etwa 2 mA bei 3 V und 3,3 mA bei 4,5 V Betriebsspannung.

Durch einfaches Vertauschen der Eingänge entsteht ein »Dunkelmelder«, der auch als Kern eines Dämmerungsschalters ohne (wesentliche) Hysterese genutzt werden kann (Bild 35). Etwas mehr Aufwand an passiven Bauelementen verleiht beiden Schaltungen wieder Selbstunterbrecher-Eigenschaften. Der Ton des Lichtmelders nach Bild 36 beginnt in Form von Pulsen, wenn zunächst schwaches Licht einfällt. Bei größerer Helligkeit geht er in einen Dauerton über. Umgekehrt setzt ein pulsierender Ton in der Schaltung nach Bild 37 ein, wenn das Licht schwächer wird. Unterhalb der Grenzempfindlichkeit des Selenelements, wo vom Restlicht keine Ladungsträger mehr frei gemacht werden, verstummt dieser Pulston.

4. Rauchmelder

Zwischen dem ordnungsgemäßen Zustand eines Lagerraums (besonders wichtig in dieser Hinsicht: Dachböden, Holzschuppen usw.!) und einem Brand liegt die Schwel- oder Rauchzone. Rechtzeitig bemerkte Rauchentwicklung, noch bevor ein Flammenwächter ansprechen kann, vermag Werte zu erhalten, ja sogar Menschenleben zu bewahren. Der im folgenden Abschnitt vorgestellten einfachen Einrichtung sollte man nun allerdings beides nicht ohne weitere Kontrollmaßnahmen anvertrauen. Gerade die Spezifika dieses Gefahrengebiets zwingen zu relativ komplexen Maßnahmen, wenn sie allen Eventualitäten standhalten sollen. Vieles kann nur am eigenen Einsatzort optimiert werden. Die Einrichtung vermag schließlich nur solchen Rauch zu melden, der auch in ihren Überwachungsbereich gelangt. Fremdlichtquellen können stören, und auch einen größeren Temperaturhub verkraftet die vorgestellte einfache Lösung nicht. Alterungsbedingte Datenänderungen der Bauelemente können sich ebenfalls auswirken. Der Spannungsabhängigkeit des Einsatzpunkts vermag man noch am leichtesten zu begegnen. Ohnehin ist hier ein kleiner Schaltkreis im Spiel, dessen Betriebsspannung um 5 V bleiben sollte. Zwischen 4 und 6 V erwies sich die Schaltung als sicher einsetzbar. In diesen Bereich sollte man also die Stabilisierung legen. Am einfachsten geht das mit einem Spannungsstabilisator vom Typ *B 3170*. Ein Klingeltransformator 6 V/0,5 A (leerlaufnahe Spannung am Ladekondensator unseres Netzteils mehr als 10 V) genügt als Quelle. Bild 38 gibt eine Empfehlung für diese nicht nur zum Rauchmelder passende Spannungsquelle. Der Wächter selbst ist eine Lichtschranke. Sie besteht aus einer Infrarotdiode und einem Fototransistor. Ihr Anwendungsspielraum reicht weit über das hier vorgestellte Objekt hinaus. Da Diode und Transistor äußerlich oft gleich aussehen, gibt Bild 39 Testempfehlungen.

Die linsenförmige Gestaltung der durchsichtigen Plastgehäuse beider Bauelemente und ein eingebauter Reflektor ergeben eine Strahlungscharakteristik mit etwa 20° Raumwinkel. So lassen sich je nach dem Elektronikaufwand auf der Empfangsseite schon mehrere Zentimeter Strahlstrecke ohne weitere optische Hilfsmittel realisieren, selbst mit weniger empfindlichen Exemplaren.

Die Überwachungsstrecke wird dort angebracht, wo Rauch im Havariefall am wahrscheinlichsten auftritt. Das kann z. B. in der Nähe eines Zuglochs der Fall sein. Kontrolliert in einem feuerfesten Gefäß verbranntes Zeitungspapier entwickelt bei Bedarf einen brauchbaren Testrauch. Die in den Strahlengang der Schranke gelangenden Rauchpartikel trüben die Luft und streuen den Infrarotstrahl in alle möglichen Richtungen. Bereits der aufsteigende Rauch einer Zigarette verringert dabei, gelangt er zum Sensor, den Anteil des auf den Fototransistor dann noch auftreffenden Strahls stark. (Vielleicht hilft die Schaltung damit auch, sich das Rauchen abzugewöhnen?) Mit der elektronischen Reaktion des Fototransistors läßt sich daher schon ein Signal ableiten.

Bei dieser »Gleichlicht«schranke ist Fremdlicht sehr wenig erwünscht. Der Rauchmelder sollte aus diesem Grund weder in Sonnenlicht geraten noch dicht bei einer Lampe angebracht sein. Beim Mustergerät waren diese Faktoren aber bereits unter den im folgenden geschilderten Bedingungen nicht mehr störend. Eine 40-W-Leuchtstofflampe befand sich dabei nur 1 m von der Strahlstrecke entfernt. Für diese Strecke brachte ein einfaches Plasttrinkröhrchen von 5,5 mm Außendurchmesser gleich 4 günstige Aspekte:

1. Das Röhrchen wirkt als Halter und damit auch zur Justierung der beiden fotoelektrischen Bauelemente.
2. Außenlicht wird ausreichend abgeschirmt (Musterröhrchen hatte orange Färbung, ggf. schwarz anstreichen).
3. Im Röhrchen ergab sich auf der Fototransistorseite ein größerer Strom als vorher beim »Freilufttest«. Das ist offensichtlich auf eine Art Lichtleitereffekt zurückzuführen, d. h., die Senderstrahlen werden von den Röhrchenwänden in Empfängerrichtung reflektiert.
4. Auf halbem Weg zwischen den beiden 40 mm voneinander entfernten Bauelementen erhielt das waagerecht liegende Röhrchen 2 von unten nach oben wirkende Öffnungen, durch die der Rauch strömen kann. Das Röhrchen bildet dabei einen »Rauchkollektor«: Der Rauch sammelt sich schnell im Rohr und stopft damit die Übertragungsstrecke regelrecht zu.

Bild 40 zeigt die Gestaltung der Strahlschranke, und Bild 41 gibt die zugehörige Schaltung wieder (Netzteil siehe bereits Bild 38). Die Fotodiode wurde im Muster mit nur 15 mA betrieben. Das genügt bei dieser Entfernung. Der benutzte Fototransistor ließ dabei, zunächst an etwa 4 V gelegt, 250 µA Kollektor-Emitter-Strom fließen. Die Rauchfahne eines in Kolophonium getauchten Lötkolbens, in den Strahlengang gebracht, verringerte den Strom auf deutlich unter 200 µA. Mit diesem Hub kann man auch unter eingeschränkten Bedingungen, wie thermische Abhängigkeit oder Alterung ohne Kompensationsmaßnahmen, eine Reihe möglicher Auswerteschaltungen steuern. Die Wahl fiel auf den *Hall*-Schaltkreis *B 461*. Das benutzte Exemplar und ein Zylindermagnet von 5 mm Durchmesser (im Beutel zum Basteltyp *R 461* enthalten) ergaben einen Schwellwert der Freigabespannung von etwa 1,2 V. Nur noch knapp 1 V waren bei Magneten auf beiden Seiten des Schaltkreises nötig, um den Ausgang vom gesperrten in den leitenden Zustand zu schalten. Der Fototransistor leitet nun gemäß Bild 41 den aus dem Freigabeeingang fließenden Strom und den des außen angeschlossenen »Pull-up«-Widerstands nach Masse ab, so daß eine Restspannung von etwa 0,5 V bleibt. (Die genauen Werte sind exemplarabhängig; ggf. wird man den Wert des »Pull-up«-Widerstands verändern oder auch auf der Senderseite mehr oder weniger Flußstrom einstellen. Dabei aber stets optimal auf den Fototransistor ausrichten!)

Die bereits dargestellte »Testrauchsituation« mit Lötkolben sperrte den Fototransistor so weit, daß die Spannung des Freigabeeingangs auf mehr als 1,2 V angehoben wurde. Das bedeutete sicheres Ansprechen des Schwellwertschalters, und die in den Ausgangskreis gegen positive Betriebsspannung gelegte Piezokapsel signalisierte laut und deutlich Rauch.

Nochmals sei darauf hingewiesen, daß es für diese Lichtschranke noch viele andere Überwachungsaufgaben gibt. Man bedenke, daß der *B 461* einen TTL-gerechten Ausgang bis 16 mA L-Strom anbietet! So kann diese Schranke, auf die neue Aufgabe hin umgebaut, auch z. B. als Zählschranke benutzt werden. Bei Bedarf bringt man eine Sammellinse vor dem Fototransistor an und montiert in Extremfällen noch eine Linse vor die Sendediode. Ihre günstigsten Werte bezüglich Brennweite und Öffnung leiten sich aus dem Öffnungswinkel von 20° für die beiden Bauelemente ab (andere Typen haben bis zu 50°). Stabile Montage ist bei einer solchen »Punktübertragung« ebenso wichtig wie Fremdlichtschirmung.

5. Wasserwächter

Vom Keller bis zum Badezimmer sind Informationen über unerwünschte Feuchte gefragt. Bereits ein verstopfter Abfluß kann unangenehme Folgen haben. Oder man hat gerade begonnen, Badewasser einzulassen, und erhält einen wichtigen Anruf. Das kann wenig später zu nassen Füßen führen. Im Frühjahr, nach einem Gewitterregen oder vielerorts auch infolge von Rohrbrüchen ist es denkbar, daß sich der Keller langsam in einen Swimmingpool verwandelt. 3 Fälle von vielen möglichen, die Frühwarnung nahelegen. Außer beim Einlassen des Badewassers ist man allerdings vorher kaum in der Lage, den Zeitpunkt der Überflutung vorauszusehen. Der Schaden kann dennoch gering gehalten werden – vorausgesetzt, man ist nicht verreist. Das kommt aber wohl weniger während der Wäsche oder gar beim Wassereinlassen vor. Einen inzwischen feucht gewordenen Keller jedoch inspiziert man nicht unbedingt nach jedem Ausflug. Eine Automatik dürfte deshalb am Platze sein.

5.1. Alarm aus dem Keller

Die grundsätzliche Aufgabenstellung lautet in den meisten Fällen: Auslösen eines Alarms, sofern Wasser an Stellen auftritt, wo es nicht sein soll. Normalerweise ist solches Wasser bereits für einfache Elektronikwächter ausreichend leitfähig. Leider wirkt es auf weniger edle Metalle korrodierend. Langzeitüberwachungen können sogar dadurch unwirksam werden, daß die Luftfeuchte in Verbindung mit aggressiven Stoffen aus der Luft Lötverbindungen oberhalb des »Meldepegels« auflöst. Zumindest gelegentliche, in ihrem zeitlichen Abstand den örtlichen Bedingungen angepaßte Inspektionen sind darum ratsam. Man kann das einwandfreie Funktionieren sogar mit gewollter Alarmauslösung durch eine geringe Menge Wasser am richtigen Ort überprüfen. Besonders für Keller gilt diese Empfehlung.

Während einerseits auf lange Zeit Bedingungen geschaffen werden müssen, die das Auslösen des Alarms sicherstellen, muß andererseits die Anlage möglichst störsicher ausgelegt sein. Störimpulse oder

Störfelder dürfen sie ebensowenig beeinflussen wie ein Netzausfall. All das sind Bedingungen, die auch auf andere Alarmsysteme zutreffen, mit denen man einen solchen »Kelleralarm« verknüpfen kann.

Für die Fühlerelektroden eignen sich aus einer alten Taschenlampenbatterie herausgenommene Graphitstäbe. Ihre Metallkappen lassen sich gut löten, d. h. leicht mit den Zuleitungsdrähten verbinden. Die beiden Stäbe sind in einem wasserabweisenden isolierenden Halter so zu befestigen, daß sie sich nicht mehr berühren können. Für den Halter benutzt man z. B. ein Stück PVC oder Polyäthylen. Zur Sicherheit gegen Kriechströme auf dem Elektrodenhalter in feuchten Räumen fettet man den Halter leicht ein (nicht aber die Elektroden!). Der Fühler wird mit seinem Halter an der zu überwachenden Stelle befestigt, im Keller also an dessen tiefster Stelle dicht über dem Boden, so daß erst ein Wasserspiegel die Verbindung herstellt. Eine feuchtigkeitsfeste Leitung (z. B. PVC-isolierte 2adrige Litze) führt zum Auswerteort in die Wohnung. Dort befindet sich der Schaltverstärker, in Bild 42 durch einen Transistor angedeutet. Um sicherzustellen, daß keine äußeren Störfelder einen zu großen Fehlstrom bewirken, ist die Leitung am Verstärkereingang in der gezeigten Weise mit einem Tiefpaß zu versehen. *R*1 wirkt auch als Strombegrenzer. Sein genauer Wert hängt vom nötigen Strom der Folgeschaltung und von der Stromverstärkung des Transistors ab. Er sollte aber nicht kleiner als etwa 1 kΩ werden.

Der Schalttransistorausgang läßt nun den Anschluß einer beliebigen Alarmeinrichtung zu. Wird Speichern des Signals auch über längere Zeit gewünscht, empfiehlt sich eine Lösung z. B. im Sinne von Bild 12 (siehe weiter vorn). Das läßt kleineren Basisstrom für den Transistor im Alarmfall zu. Gegen Netzausfälle unabhängiger Langzeitbatteriebetrieb ist damit sichergestellt. Wird der Meldegenerator z. B. so ausgelegt, daß er nur schmale »Aktivpulse« gibt, so kann bereits eine 4,5-V-Batterie als Langzeitquelle ausreichend sein. Richtwerte: Fühlerstrom im Alarmfall bei z. B. 100 kΩ Basiswiderstand weniger als 50 µA. Bei auf 1 : 10 eingestelltem Tastverhältnis im Generator (geeignete Lösungen siehe *Bauplan 63*!) und 4 mA Signalkapselstrom (Piezosummer) bleibt der Mittelwert des Alarmstroms unter 0,5 mA. Das sichert mehr als 4 Wochen Signal im Havariefall. So lange könnte man folglich abwesend sein und anschließend dennoch sofort Kenntnis vom Zustand des Kellers erhalten. Kombiniert man z. B. den vom Fühlertransistor (im Keller angebracht) gesteuerten »Speichergenerator« (in der Wohnung) aus CMOS-Trigger-NAND, ist die Pulseinstellung besonders einfach. Sinngemäß läßt sich das auf viele andere Generatoren übertragen: Die Umladezeit des frequenzbestimmenden Generators wird in der aktiven Phase (wo das Signalelement »Strom zieht«) durch eine Diode mit experimentell optimiertem Widerstand gegenüber der anderen Teilzeit jeder Periode wunschgemäß verkürzt. Bild 43 skizziert das. Da eigentlich nur 3 der 4 Trigger im Schaltkreis benötigt werden, steht der 4. z. B. für eine Zeitbegrenzung zur Verfügung – interessant für andere Fälle. Bild 43 enthält bereits eine solche Variante.

5.2. Alarm aus dem Bad

Ein Defekt bei laufender Waschmaschine kann zur gleichen Problematik führen wie bei einem Keller, der sich langsam mit Wasser füllt. Die Hahnüberwachung wirkt selbstverständlich nur in der »Ruhezeit« der Waschmaschine. Deshalb kann in Bädern ohne Abfluß (oder wenn man mit dessen Verstopfung rechnen muß) eine ähnliche Vorrichtung nützlich sein. Das soll sich aber nur auf den Aufnehmer beziehen, dessen mögliche Gestaltung bereits diskutiert worden ist. Das heißt: An der tiefsten Stelle, dort, wo sich zuerst Wasser sammelt, postiert man den Aufnehmer. Da es in diesem Fall meist um Kurzzeitbetrieb geht, sind Maßnahmen gegen Korrosion nicht unbedingt erforderlich. Geht man weiterhin davon aus, daß der Boden an dieser Stelle bis zur hoffentlich nie eintretenden Havarie trocken ist und schlecht leitet, reduziert sich der Fühleraufwand auf ein Stück kupferkaschiertes Basismaterial, am besten mit Epoxidharz-Glasfasergewebe als Trägerwerkstoff. Es genügt bereits, durch eine herausgeschälte Trennlinie 2 Flächenelektroden herzustellen, an die Zuleitungsdrähte gelötet werden. Da das Ganze angehoben werden kann, wird es mit der Folieseite nach unten auf dem Fußboden befestigt. Für den Test genügt schon Heftpflaster. Wer ganz sichergehen will, daß das Wasser auch wirklich zu den Elektroden gelangt, legt zwischen Elektroden und Fußboden einen Streifen Löschpapier. Bei hoher Luftfeuchte kann das bei sehr empfindlichen Eingängen bereits zur Auslösung eines Fehlalarms führen. Das heißt, hier sollte etwas unter örtlichen Bedingungen experimentiert werden. Aus den Anregungen zu diesem noch recht primitiven Aufnehmer läßt sich auf manche Art mit den eigenen Mitteln Perfekteres herstellen. Es geht z. B. auch mit saugfähigem Gewebe, das mit der Aufnehmerplatte verbunden wird.

Zur Zeit gibt es eine große Auswahl an Schaltungslösungen, die für (auch hochohmige) leitende Pfade als Eingangsbeschaltung geeignet sind. Jede konkrete Empfehlung stellt darum nur eine von vielen möglichen Realisierungen dar. Die Entscheidung kann wieder mit wenigen Fragen vorbereitet werden:

- Zeitraum des Einsatzes?
- Entfernung zwischen Ort des Ereignisses und Ort der Signalisierung?
- Lärmpegel am Empfangsort?
- Vorwarnung gewünscht bzw. möglich?
- Vorhandene Bauelemente?

Daraus leiten sich u. a. ab:

- Batterie- oder »netzgestützter« Betrieb (aus an trockenem Ort installiertem Klingeltransformator);
- Notwendigkeit von Stabilisierungsmaßnahmen (je nach Schaltkreistyp und weiteren Randbedingungen);
- Entscheid über die Signalart;
- Aufwand für die Signalumsetzung;
- Entscheid über den gesamten Schaltungs- und Konstruktionsaufwand;
- Entscheid zum konstruktiven Aufwand.

Eine überaus einfache Lösung für kurze Entfernungen und enge Signalortbindung bietet sich bereits mit Bild 44. Nur ein Transistor am Überwachungsort, eine Zweidrahtleitung (Klingeldraht) und ein Piezosummer samt Batterie (4 bis 6 V) am Aufenthaltsort melden zuverlässig, wenn es feucht wird. Man kann Aufnehmer und Auswerteschaltung in diesem Falle »integrieren«. Das heißt, der Transistor wird auf den Leiterplattenfühler in ein einfaches Leiterbild gelötet. Der Basis-Vorwiderstand hat lediglich die Aufgabe, vor Kurzschlüssen zu schützen. Daher wird seine Verbindung mit der Basis nicht mit auf der Leiterplatte, sondern auf der Isolierstoffseite hergestellt. Das einfache Leiterbild und der in dieser Hinsicht etwas ungewöhnliche Bestückungsplan sind bereits in Bild 44 enthalten.

Diese Einrichtung funktioniert auch, wenn sie völlig in Wasser getaucht wird – leitende Verbindungen zwischen ihren Außenanschlüssen sind dann garantiert. Sie erweist sich als relativ unempfindlich gegen äußere Störquellen wie Rundfunksender u. ä. Den Transistor sollte man allerdings noch mit einer isolierenden Umhüllung (Silikongummi oder Epoxidharz) versehen. Zumindest dauert es dann wesentlich länger, bis Feuchte in seine eigene Plasthülle eintritt.

6. Raumsicherungen

Netzunabhängigkeit ist für Alarmanlagen besonders wichtig. Man muß schließlich davon ausgehen, daß der Eindringling zunächst versucht, die Energieversorgung der Wohnung abzuschalten. Schon in einfachster Form sollten daher solche Anlagen, zumal sie ohnehin nur zeitbegrenzte Signale abgeben müssen, grundsätzlich batteriegespeist sein. (Gegen einen aus dem Netz gepufferten Akkumulator ist nichts einzuwenden.) Das bringt wieder das Problem des Ruhestroms, der sich im Interesse sicherer Kontaktfunktion nicht vermeiden läßt. Man kann ihn aber durch einige kleine Tricks ebenfalls in Grenzen halten.

Eine Alarmanlage, die unbefugtes Eindringen signalisiert, sollte neben der zeitlichen Signalbegrenzung aber auch eine Einsatzverzögerung enthalten. Eingeweihte können dann die gesicherten Türen ohne Alarm passieren, wenn sie anschließend in Kenntnis von dessen Lage einen versteckten Rücksetzkontakt betätigen.

Die Durchlaßfähigkeit eines solchen Wächters läßt sich schließlich noch dadurch einengen, daß selbst Befugte nur über eine codierte Freigabeschaltung Zutritt erhalten, ohne daß der Alarm ausgelöst wird. Das Signal soll, wenn auch zeitbegrenzt, während dieses Zeitraums möglichst intensiv sein. Lautstärke ist gefragt. Zusätzliche Überraschungen, wie das Auslösen eines Blitzes (nicht unbedingt sofort!), können die Schreckwirkung steigern und zumindest Anfänger vertreiben. Es sei denn, der Eindringling sucht nun gerade die zugehörige Kamera. Die muß es zwar gar nicht geben, aber gerade darum könnte der beim Suchen entstehende Schaden größer sein als der mögliche Nutzen bezüglich Vertreiben. Jeder mag das selbst abwägen.

Schon die übrigen Details einer solchen Anlage bieten dem Heimelektroniker interessanten Spielraum. Darum sei die im folgenden Abschnitt in einzelnen kleinen Teilen vorgestellte Anlage als Testobjekt beschrieben.

6.1. Signalhörner

Man nehme einen möglichst hoch belastbaren Lautsprecher, bringe ihn dort an, wo er am besten gehört wird, und sichere ihn gegen Zugriff und Umwelteinflüsse. Das ist ein einfaches Rezept für den Signalausgabeteil eines elektronischen Wächters. Außerhalb geschlossener Objekte muß allerdings je nach Umgebungsbedingungen geklärt werden, was man im konkreten Fall darf. Denn schließlich belasten ja laute Signale auch die unbeteiligte Umwelt. Der Rest ist dann recht einfach. Schon ein CMOS-2fach-Generator mit 2 sich abwechselnden Tönen, einer gepulsten Tonfolge oder auch mit »gleitenden« Übergängen im Sinne einer Sirene liefert ein markantes Signal. Da es digital ausgegeben wird, braucht man im Grunde nur einen Leistungstransistor für möglichst einige Ampere Kollektorstrom und für diesen einen Treibertransistor. Dadurch ist die Stromverstärkung groß genug.

Aus einem CMOS-Trigger-NAND-Schaltkreis *4093* kann man bekanntlich bis zu 4 Generatoren gewinnen. Da 2 meist reichen, stehen die beiden anderen NAND für Schaltungen zum Begrenzen der Zeit und zum Verzögern des Starts bereit. So läßt sich eine nur im Alarmfall Energie beanspruchende Überwachungsanlage mit lautstarkem Signal gewinnen. Man kann sie also aus einer Batterie betreiben. Diese muß nur den kurzzeitig auftretenden größeren Signalströmen gewachsen sein. Bild 45 zeigt eine wandelbare 2-Ton-Generatorschaltung, für die ein halber *4093* reicht. Sie bildet das Kernstück vieler Wächteraufgaben. Es genügt vorerst der Aufbau auf einer Universalleiterplatte mit Lötaugengruppen für Schaltkreise. Für Tests ordnet man jedem Anschluß eine Lötöse zu. Dadurch bleibt die Sache stabil und überschaubar, auch wenn sie sich langsam zum »Igel« entwickelt.

Die Komplementärstufe am Ausgang ist erst für den »Ernstfall« zu empfehlen, da sonst bei Versuchen die Geräuschkulisse für die Umgebung lästig werden könnte. Auch ist es schade um die Batterie. Daher wird im Sinne von Bild 45b zunächst der 1. Transistor eingelötet und mit einer Telefonhörkapsel abgeschlossen. Die Größe des Emitterwiderstands bestimmt die Stromaufnahme und damit die Lautstärke. Notfalls legt man außerdem die Hörkapsel auf die schallabstrahlende Seite. Der pnp-Transistor ist notwendig, weil er die angestrebte praktische Ruhestromfreiheit gewährleistet. Man sollte bei einer solchen Gatterschaltung stets wissen, welche Ruhepegel herrschen. H bei Ruhe am Ausgang erfordert dann einen Transistor mit Emitter an Plus, sonst fließt Strom!

Besonders »tückisch« sind Generatorschaltungen der verwendeten Art, wenn man sie nicht im Ruhezustand über den 2. Eingang auf ein definiertes Potential zwingt. Bei einer NAND-Struktur ist das L; dann geht der Ausgang eindeutig auf H. Auf keinen Fall darf man einen CMOS-Eingang (auch bei nichtbenutzten Teilschaltungen!) frei lassen. Das kann gar nicht oft genug gesagt werden.

Auch die vorerst nicht verwendeten NAND der Testschaltung sind mit beiden Eingängen am besten an Masse zu legen. Die Ausgänge führen dann H, das ist praktisch die Betriebsspannung. Ein offener Eingang kann, während der andere an Plus liegt, Ursache von Ruheströmen bis zu vielen Milliampere sein, die außerdem mit dem augenblicklichen Aufladezustand des frei gebliebenen Eingangs schwanken.

In Bild 45 wurden die jeweils freien Eingänge der beiden Generatoren über einen hochohmigen Widerstand an Plus gelegt. In diesem Zustand arbeiten die Generatoren. In der dargestellten Lage von S1 (Ruhezustand) dagegen sind beide gesperrt, und die Ausgänge führen H. Praktisch fließt nur der Strom über den 470-kΩ-Widerstand nach Masse. Das sind bei z. B. 4,5 V nicht einmal 10 µA. Diese Schaltungsbasis bietet interessante Variationen, wie schon aus der Tabelle in Bild 45 zu erkennen ist.

6.2. Elektronische »2-Ton-Klingel«

In der dargestellten Form taktet der 1. Generator nach Öffnen von S1 den 2. Generator wie folgt: Bei H liefert er über insgesamt etwa 190 kΩ eine Grundspannung an den Kondensator von 0,1 µF. Dadurch schwingt der Tongenerator, zu dem dieser Kondensator gehört, auf der höheren seiner beiden möglichen Frequenzen. Bei L dagegen sind die H-Phasen des Tongenerators länger; der Ton wird für diese Zeit tiefer. Da der Tongenerator immer zwischen den beiden Triggerschwellen hin- und herschaltet, darf man den Koppelwiderstand Takt–Ton nicht zu niedrig wählen. Anderenfalls setzen die Tonschwingungen aus! Die Schaltschwellen liegen bei etwa $^2/_3$ der Betriebsspannung (Ausgang geht auf L) und bei $^1/_3$ davon (Ausgang geht auf H). Je nach Wert des Tonkondensators (hier z. B. 68 nF bzw. 0,1 µF) und dem des Taktkondensators (z. B. 10 µF) ergibt sich eine mehr oder weniger schnell und schrill »klingelnde« 2-Ton-Folge.

6.3. Elektronische Sirene

Ebenfalls innerhalb eines von diesen Grenzwerten bestimmten Bereichs kann man nun die Grundladung des Tonkondensators statt mit der Taktfrequenz »digital« auch »analog« verändern. Das Ergebnis ist bei einem Wert des dazu zwischen x und y geschalteten Kondensators um 1 µF ein »weicheres« Klingeln mit Übergangstönen bzw. (bei langsamerem Takt) eine Art Signalhorn mit »Jauleffekt«. Es erinnert an die Polizeisirenen mancher Krimis. Wird der Kondensator auf etwa 22 µF erhöht und der Taktkondensator bis zu 100 µF vergrößert, kann man das Ergebnis als eine ihre Frequenz in den Übergängen langsam und deutlich verändernde Sirene bezeichnen. Letztlich findet also jeder Signalwunsch eine passende Lösung...

Zahlreiche Varianten sind denkbar. Man muß nur stets in den Schaltschwellengrenzen bleiben, sonst ist nichts mehr zu hören, außer vielleicht ein Knacken des Schaltgenerators.

Zwei wichtige Tips noch, die auch weiterhin gelten:

1. Bei allen Experimenten niederohmigen Strommesser in die Plusleitung zur Batterie schalten. Für Hörkapsel-Tonausgabe genügt der 10- oder 30-mA-Bereich. Den Ruhestrombedarf muß man im empfindlichsten verfügbaren Bereich überprüfen. Danach wieder »hochschalten«!
2. Wer den Entkopplungskondensator der Stromversorgung vergißt, wird besonders in den folgenden Ausbaustufen manchen stromziehenden Selbsterregungseffekt erleben, gerade auch wegen des Instruments im Stromkreis.

6.4. Anlage mit »Extras«

Aus den geschilderten Tests und in der endgültigen Ausführung mit Komplementärendstufe entsprechend der gewünschten hohen Leistung kann eine interessante Alarmanlage geringsten Aufwands abgeleitet werden. Wo Netzspannung vorhanden ist, läßt sich unschwer parallel zur oder auch statt der Tonendstufe ein Triac anschließen, der z. B. ein elektromechanisches Signalhorn betreibt. Bild 46 zeigt dazu einen Vorschlag.

Schaltungsbetrachtungen

In den meisten Fällen dürften 4 Monozellen eine ausreichende »schlafende« Energieversorgung für eine solche Anlage sein. Den größten Zeitanteil bei Entwurf und Erprobung beanspruchen die Eingangsrandbedingungen. Mit dem Ziel, den Gesamtaufwand klein zu halten, wurde lediglich bezüglich der Verzögerungszeit bei dicht aufeinanderfolgenden Starts ein Kompromiß geschlossen. Ein solcher Fall dürfte aber höchst selten sein. Außerdem führt es lediglich dazu, daß der Alarm dann ausnahmsweise sofort und nicht erst verzögert einsetzt. Bild 47 zeigt den mit 1 Trigger-NAND und 1 npn-Transistor realisierten Alarmkontaktteil. Er gehört zur neuen Gesamtschaltung nach Bild 51. Diesem Bild wurde die Bauelementenumerierung angepaßt. Der Aufwand ergibt sich aus folgenden Tatsachen, die schon einmal kurz angesprochen worden sind: Eine sichere Kontaktgabe mechanischer Kontakte setzt – je nach Werkstoffkombination – Mindestspannungen und Mindestströme voraus. Mikrotaster für kleine Kontaktbelastungen dürften bei 4 V und zwischen 0,5 und 1 mA noch sicher arbeiten, sofern das die Umgebungsbedingungen überhaupt zulassen. Bild 47 enthält außerdem noch den bereits angesprochenen Entkopplungs- oder Stützkondensator (*C*6).

Bild 48 schließlich zeigt eine Maßnahme für beschleunigtes Ansprechen und längere Zeitspannen, die sich von der oberen Triggerschwelle her als sinnvoll erwies. Doch zunächst zur Startschaltung nach Bild 47. S1 ist der an der Tür in bereits früher gezeigter Weise (z. B. nach Bild 6) montierte Mikrotaster. Er hält in Ruhestellung den Startkondensator *C*1 (47 µF) auf 0 V. Auch sofort nach Wiederschließen der Tür entlädt er ihn jeweils in kürzester Zeit. Dadurch kann fast sofort wieder neu gestartet werden. Beim Öffnen der Tür (etwa 1 s genügt bereits) legt *C*1 den Triggereingang »flüchtig« an Masse. Es ist gleichgültig, wie lange die Tür anschließend geöffnet bleibt oder auch, ob man sie nach Ertönen des Signals wieder schließt. Inzwischen hat nämlich der für sich allein in seiner Stromergiebigkeit für diese Aufgabe viel zu »langsame« Triggerausgang durch den Transistor den Freigabekondensator *C*2, der zusammen mit *R*4 die Alarmzeit bestimmt, rasch auf etwa $U_{DD} - U_{BE}$ aufgeladen. Das hebt die Eingänge 5 und 8 des Alarmteils über *R*6 (siehe Bild 50) auf eine Spannung oberhalb ihrer oberen Triggerschwelle, so daß beide Generatoren arbeiten können. (*C*3 wurde noch ausgeklammert.)

Das ist eine Stelle der Schaltung, die entweder wenigstens 6 V Betriebsspannung empfiehlt oder einen entsprechend groß bemessenen Wert von *C*2 oder auch den Lösungsvorschlag nach Bild 48. Bei $U_{DD} = 4$ V z. B. kann sich *C*2 nur auf etwa 3,3 V aufladen, während die obere Triggerschwelle bei etwa 2,8 V liegt. Das ist keine sehr große Distanz, zumal diese 3,3 V durch die von *C*1 in Verbindung mit *R*1 begrenzte Ladezeit nicht ganz erreicht werden.

Bei 6 V sieht es schon viel besser aus: 5,7 V sind möglich, und 4,2 V gilt es zu überschreiten. Die Spanne stieg von 0,5 auf 1,5 V, hat sich also verdreifacht. Selbst 4 V kann man dagegen akzeptieren (und beim Zusatz nach Bild 49 mit noch mehr Sicherheit), wenn 1 zusätzlicher pnp-Transistor zusammen mit 1 weiteren Widerstand aufgewendet wird, wie Bild 48 zeigt. Jetzt kann sich *C*2 nahezu auf Batteriespannung aufladen. Das wären (zumindest theoretisch) bei 4 V schon 1,2 V Abstand zur Triggerschwelle. Die Maßnahme nach Bild 49 schließlich senkt U_{DD} um etwa 0,7 V unter die Betriebsspannung. Dadurch geht auch die Triggerschwelle zurück, auf etwa 70 % von (4 – 0,7) V, das sind etwa 2,3 V. Die Spanne liegt jetzt schon bei 1,7 V!

Diese Zusätze erwiesen sich für die endgültige Schaltung auf Grund der meist nur kurzen sinnvollen Alarmzeit (≤1 min als Richtwert) als nicht erforderlich.

Zusammengefaßt: Bei Öffnen der überwachten Tür o. ä. wird *C*2 auf eine Spannung geladen, die über der oberen Triggerschwelle der 4 Elemente des *4093* liegt. Die Tür kann danach offenbleiben oder auch wieder geschlossen werden – *C*2 wird dadurch nicht beeinflußt. Er wird höchstens noch einmal »nachgeladen«. Wenn man die Tür danach kurz vor Ablauf der Signalverzögerungszeit wieder öffnet, löst man damit nur den akustischen Alarm früher aus.

Die soeben angesprochene Alarmverzögerung um etwa 8 bis 10 s in der vorliegenden Dimensionierung wird mit dem letzten der 4 Trigger im *4093* realisiert. Bild 50 zeigt diese Teilschaltung. Die an *C*2 auftretende Spannung erzeugt mit *C*3 über *R*5 einen flüchtigen H-Impuls. Dadurch wird Ausgang 11 des Triggers vorübergehend (für eben etwa 8 bis 10 s) auf L gelegt. Über V4 hält das die Eingänge 8 und 5 von Takt- und Tontrigger ebensolange noch auf L. Danach setzt das Alarmsignal ein. *C*2 entlädt sich über *R*4 und erreicht nach höchstens einigen Minuten (je nach konkreter Dimensionierung und je nach Kondensatorreststrom – daher 40-V-Typ) die untere Triggerschwelle. Anschließend sperren Takt und Ton. Der während des Alarmsignals auf große Werte (je nach BL) gestiegene Gesamtstrom geht auf etwa 100 µA zurück und erreicht nach einigen Minuten je nach Schaltkreisexemplar Werte von weniger als 1 µA.

Als einer der möglichen Eingriffspunkte für das Abschalten der Anlage ist der Ruhekontakt von S2 anzusehen. Man kann allerdings auch einen Batterieschalter für solche Fälle einbauen. Sofern bei »scharfer« Anlage die Zeit von 8 s genutzt werden soll, um die Tür zu passieren, muß sich *C*2 innen über einen verborgen angebrachten Taster entladen lassen, bevor der Verzögerungstrigger die Generatoren freigibt. (Schutzwiderstand von etwa 100 Ω vor den Tastern vorsehen.) Eine gleiche Einrichtung müßte von außen zugänglich sein, damit man *C*2 bis zu 8 s nach Verlassen des gesicherten Bereichs entladen kann. Der Kundige kann allerdings auch noch nach Ansprechen der Anlage (etwa zwecks eines kurzen Tests vor Verlassen des Objekts) den Alarm löschen.

Ein solcher »Taster« läßt sich auch aus der Kollektor-Emitter-Strecke eines Transistors mit einem kleinen Schutzwiderstand realisieren. Der Transistor kann auf vielerlei Art elektronisch gesteuert werden, z. B. von einem elektronischen Codeschloß her. Auch ein magnetbetätigter Schutzrohrkontakt eignet sich, wenn man ihn ausreichend tarnt. Wiederum ist ein Schutzwiderstand vorzusehen, hier gegen »Verkleben« des Kontakts durch den sonst zu hohen Entladestromstoß des Kondensators.

Zusätzlicher Eingang, Bauhinweise und typofix

Bild 51 zeigt eine der vielen möglichen Varianten einer solchen Alarmanlage im Gesamtstromlaufplan. Eine bisher nicht beschriebene 2. Eingangsbeschaltung ist in diesem Bild enthalten: Der ansprechverzögerte und – bei Kontaktauslösung – zeitbegrenzte Alarm kann außer über Kontakt auch mit einer Lichtschranke ausgelöst werden. Der Fotowiderstand sollte gegen Fremdlicht geschirmt sein. *R*14 schafft

notfalls die erforderliche Anpassung, damit Strahlunterbrechung zum Alarm führt. Wer keine Ansprechverzögerung braucht, läßt den Kondensator vor Anschluß 12 weg. Bei dicht aufeinanderfolgenden Betätigungen des Türkontakts spricht – wie schon erwähnt – die Anlage ohnehin sofort an. Im übrigen erklären sich Aufwand und Dimensionierung des Eingangs aus der Tatsache, daß mechanische Kontakte, wie ebenfalls schon angesprochen, für sichere Funktion Mindestspannungen und Mindestströme brauchen, deren Höhe von den Kontaktwerkstoffen abhängt.

Eine Leiterplatte zu Bild 51 kann gemäß Bild 52 leicht hergestellt werden; die Stückliste und die zum Bauplan entwickelte ätzfeste *typofix*-Folie unterstützen dieses Vorhaben. Da die Gesamtschaltung die vorgestellten lautstarken Signalerzeuger als »Teilmenge« enthält, wurde das Gesamtleiterbild auf dem *typofix*-Blatt gleich 3mal untergebracht.

Das Blatt enthält außerdem 2mal die Lichtmelder-Leiterplatte nach Bild 30 für »Schubladenalarm« u. ä. sowie Lötaugengruppen für die weniger aufwendigen übrigen Schaltungen dieses Bauplans. Bei Nutzung als Sirene ohne Alarmeingang (also fremdgesteuert) entfallen auf der Leiterplatte nach Bild 52 mindestens R1 bis R5 und *C*1 bis *C*3 sowie V1 bis V5. Die Eingänge 2 und 12 werden mit 1 und 13 (d. h. mit $+U_{DD}$) verbunden. Die Eingänge 8 und 5 können über *R*6 z. B. so fremdgesteuert werden: *R*6 (am ehemaligen *C*2- oder *R*3-, *R*4-Anschluß) liegt an Masse bei Ruhe und wird an $+U_{DD}$ gelegt, wenn die Sirene arbeiten soll.

Ansichten eines Musters ähnlich Bild 52 zeigt Bild 53. Eine Empfehlung für Leitungssteckverbinder gibt Bild 54.

Variante mit Reißdrahteingang

Zu den »klassischen« Alarmanlagen zählt die Arbeitsstromschleife mit Alarm bei Unterbrechung. Ungezählte Schaufensterscheiben sind so gesichert, und mancher Fehlalarm wurde damit schon ausgelöst.

Charakteristisch ist die dünne Metallfolie, die beim Splittern des Glases reißt. Wird eine solche Leiterschleife bezüglich ihres Widerstandswerts überwacht, etwa in einer Brückenschaltung, dann hilft auch Überbrücken nicht gegen Alarmauslösung, vorausgesetzt, der Unbefugte ist überhaupt ohne Alarm bis an eine solche Stelle gelangt.

Unter den Bedingungen möglichst ruhestromarmer CMOS-Systeme gewinnt der »Reißdraht« für die Langzeitsicherung z. B. von Scheiben, aber auch von längere Zeit verschlossen bleibenden Räumen wieder an Bedeutung. Denn: Wenige Mikroampere Dauerstrom durch einen den Umweltbedingungen ausgesetzten elektromechanischen Kontakt bringen – das wurde schon diskutiert – sehr große Unsicherheiten. Der gleich kleine Strom durch einen angelöteten Draht bedeutet dagegen ein fast perfektes System – allerdings zum jeweils nur einmaligen Gebrauch. Eine denkbare Lösung ist in Bild 55 skizziert. Aus Platzgründen sei es gestattet, lediglich einige Denkansätze zur eigenen Gestaltung zu geben.

Die Sache muß in der skizzierten Form noch lange nicht perfekt sein. Vielleicht erweist sich einiges darin in dieser Form für den eigenen Bedarf als nicht sinnvoll. Auf jeden Fall wird es u. a. eine Frage von Betriebsspannung, davon abhängigen Triggerschwellen und Zeitkonstanten sein, was genau daraus entsteht. Und das ist ja für eine individuelle Alarmanlage so schlecht nicht.

Nur einige Worte darum noch zu diesem Bild: Wird der Draht unterbrochen, lädt sich der 220-µF-Kondensator über 100 kΩ auf. Dadurch wird (zeitverzögert) der Taktgenerator freigegeben, von dem aus z. B. eine 2-Ton-Generator-Lösung der vorgestellten Art gesteuert wird. Wahlweise kann auch (daher die Entkopplungsdiode) über den anderen Eingangstrigger ein Türkontakt auslösend wirken. Er lädt den Kondensator gleichberechtigt auf. Die skizzierte Lösung für diesen Teil nimmt aber noch nicht auf die Möglichkeit Rücksicht, daß die Tür dann offenbleibt. Zur Zeitbegrenzung des Alarms ist eine andere Maßnahme mit Selbsthalteeffekt vorgesehen. Vom Takt wird ein Transistor zeitverzögert geöffnet. Er entlädt dann den Startkondensator. An seinem Kollektor liegen über Entkopplungsdioden auch die Freigabeeingänge der beiden zum Tonteil gehörenden Trigger. Aber wie gesagt – all das sind in diesem Falle ausnahmsweise nur Lösungsansätze zum Weiterdenken!

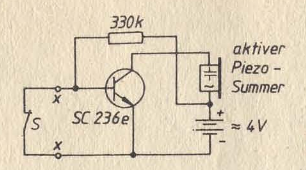


Bild 1
Einfache Alarmanlage mit Ruhekontakt, weitere Kontakte können in Serie geschaltet werden

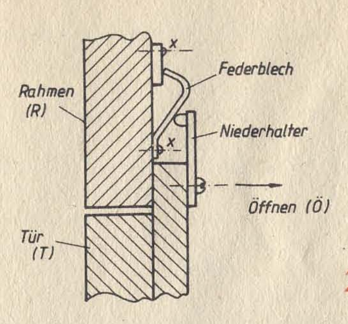


Bild 2
Ruhekontakt aus Federblech an einer Tür

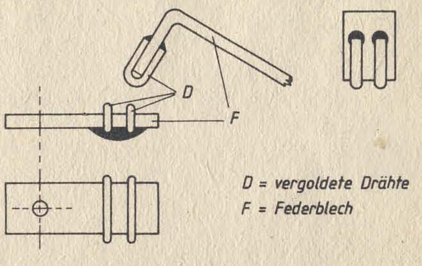


Bild 3
Sichere Kontakte durch vergoldete Anschlußdrähte von Transistoren

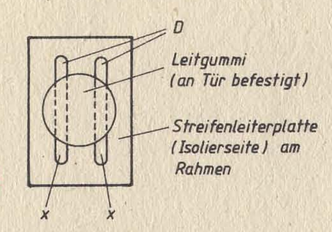


Bild 4
Leitgummi-Gold-Kombination

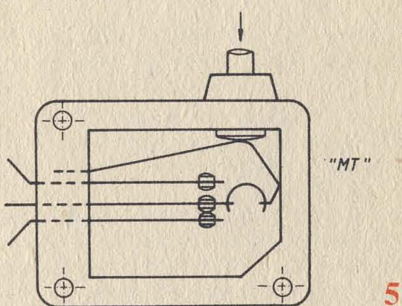


Bild 5
Mikrotaster mit Umschaltkontakt sind vielseitige Bauelemente für Überwachungsaufgaben

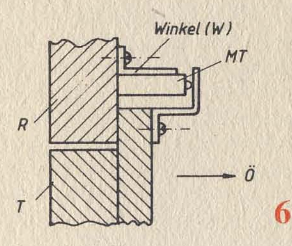


Bild 6
Anbauvorschlag für Mikrotaster an Türen und Fenstern

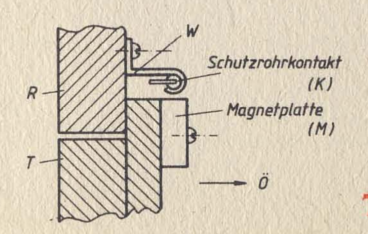


Bild 7
Einbauvorschlag für Schutzrohrkontakte mit Magnetbetätigung (Ruhekontakt)

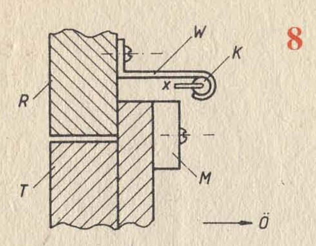


Bild 8
»Wischkontakt«

Bild 9
Eingangsschaltung einer Alarmeinrichtung mit Speicherverhalten, z. B. für den Wischkontakt nach Bild 8

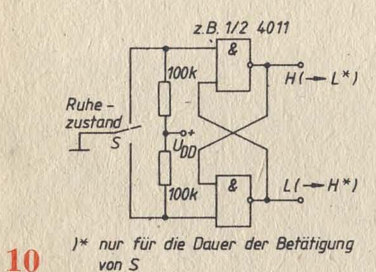


Bild 10
Signalauslösung nur für Dauer der Betätigung durch Wechselkontakt mit prellfreier Eingabe, mit NAND-Flip-Flop realisiert

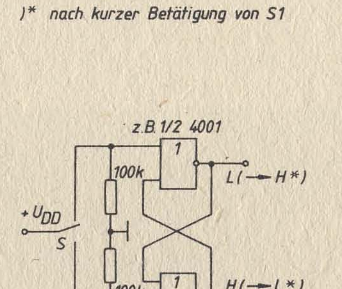


Bild 11
Alternative zu Bild 10 mit NOR-Flip-Flop (*4001* oder auch *K 176 ЛЕ6*)

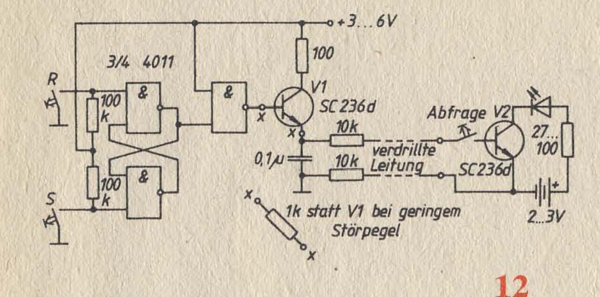


Bild 12
»Briefkastenmelder«; Langzeitspeisung aus Batterie, Fernabfrage des Speicherzustands

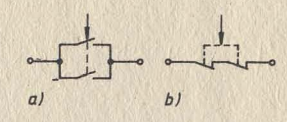
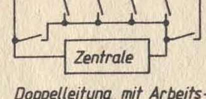


Bild 13
»Redundanz« von Kontaktschaltungen zum Erhöhen der Ansprechsicherheit; a – Parallelschalten von Arbeitskontakten, b – Serienschalten von Ruhekontakten

Bild 14
2 Grundtypen einer Überwachungsleitung, ohne Ortsunterscheidung bei Alarm; a – Einfachringleitung mit in Serie geschalteten Ruhekontakten, b – Doppel- oder Zweidrahtleitung mit Arbeitskontakten





14

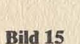
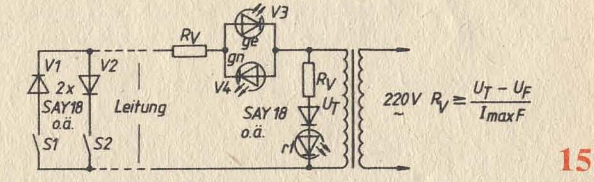
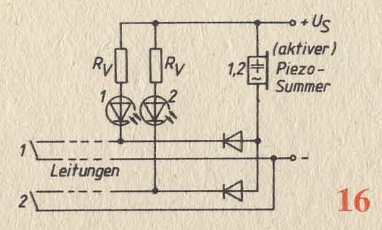


Bild 15
Unterscheidung für das Ansprechen von 2 Überwachungskontakten an einer gemeinsamen Zweidrahtleitung

Bild 16
Aktiver Piezosummer als Summensignalgeber für mehrere Überwachungsstellen (Lokalisierung mit Leuchtdioden)

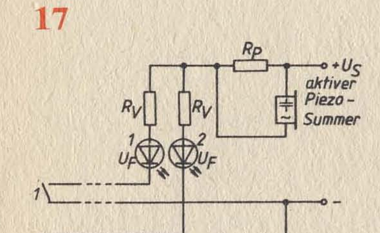


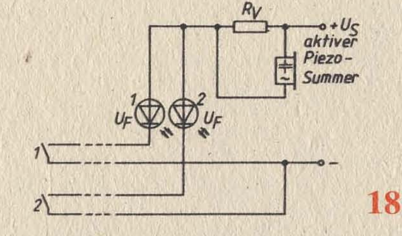
15



16

17





18

Bild 17
Summer im Leuchtdiodenpfad

Bild 18
Sparsamere Variante für den Fall, daß immer nur 1 Diode leuchtet

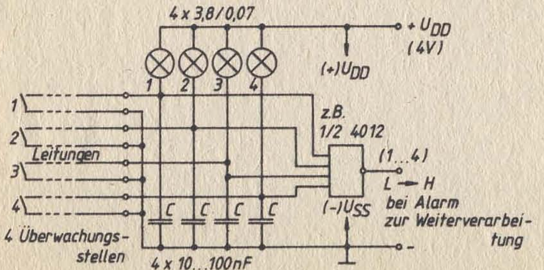
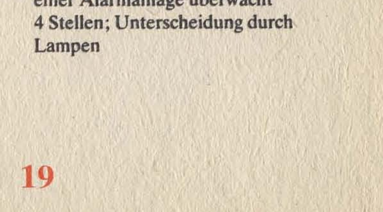
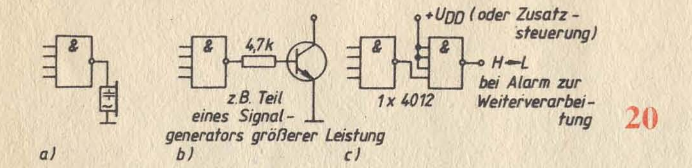


Bild 19
NAND-Gatter als Eingangsglied einer Alarmanlage überwacht 4 Stellen; Unterscheidung durch Lampen



19



20

Bild 20
Steuermöglichkeiten für die Alarmgabe; a – Piezosummer direkt, b – Invertieren mit Transistor, c – Invertieren mit Gatter (Zusatzsteuerung möglich)

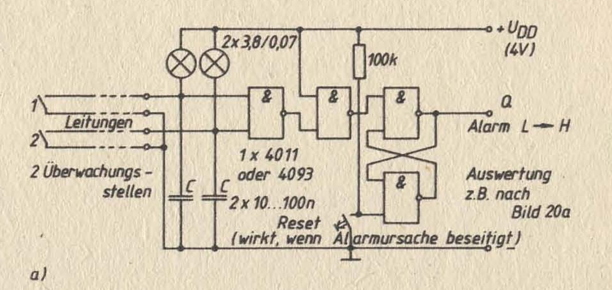
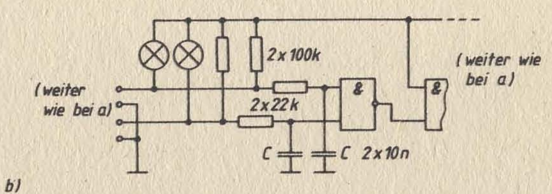


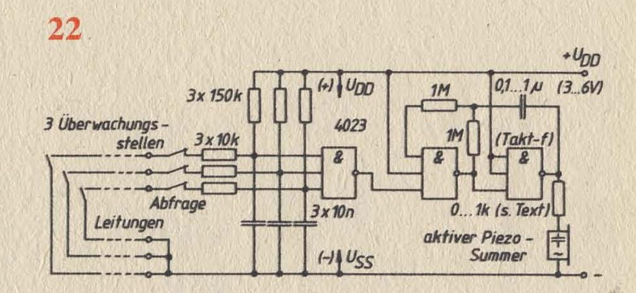
Bild 21
Überwachen von 2 Stellen durch Gatterschaltkreis *4011* o. ä. mit Weitergabe des Signals und Speichern des Alarms über ein Flip-Flop; zusätzliche Schutzschaltung für die Eingänge gegen Störspitzen und bei defekten Lampen



21

22

Bild 22
»Minianlage« mit 1× *4023* für 3 Überwachungsstellen und mit gepulstem Signalton über Piezosummer, Eingänge mit Schutzbeschaltung. Lokalisierung durch Öffnen von Ruhekontakten. Hinweis zu gepufferten CMOS-Typen unter 2.6. beachten!



23

Bild 23
»Minianlage« mit 1× *4023* für 3 Überwachungsstellen und Signaldauerton größerer Lautstärke; Lokalisieren durch Leuchtdioden (bei Bedarf abschaltbar); ggf. Eingangsschutzbeschaltung ähnlich Bild 24

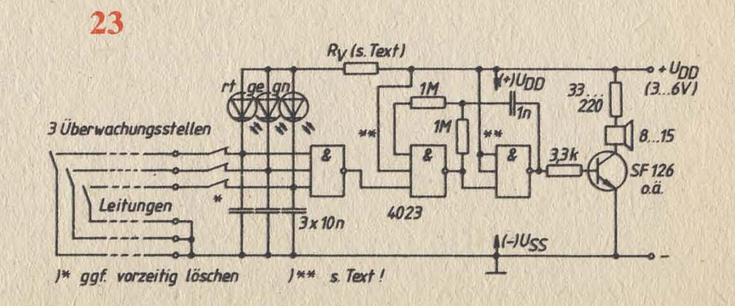


Bild 24
»Minianlage« mit 1× *4023* für 3 Überwachungsstellen und Signaldauerton, jedoch mit Speicherwirkung; Lokalisierung mit Leuchtdioden

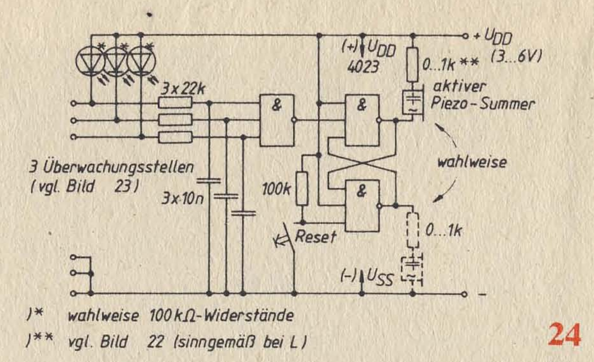
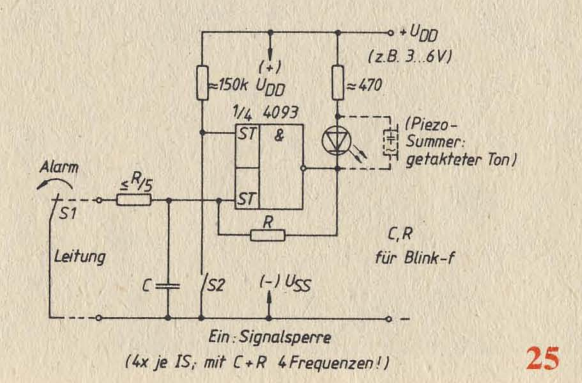


Bild 25
Schmitt-Trigger-NAND *4093* gestattet wahlweise optische und (oder) akustische Überwachung von 4 Stellen, z. B. mit Ruhekontakten



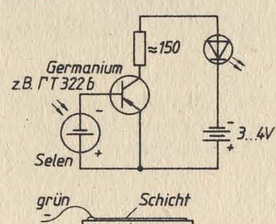


Bild 26
Einfacher Lichtmelder mit Selenfotoelement und Germaniumtransistoreingang

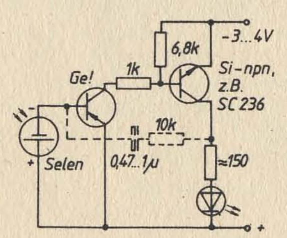


Bild 27
Selenlichtmelder, verbessertes Version, gestricheltes Glied ergibt im Übergangsbereich zu kleiner Helligkeit Blinken

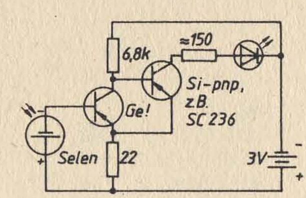


Bild 28
Signalisierung bei Dunkelheit mit Hysterese

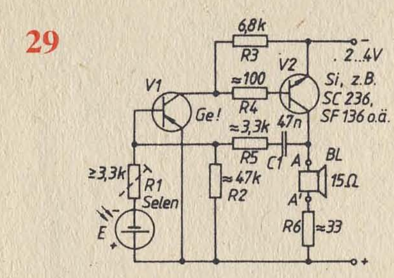
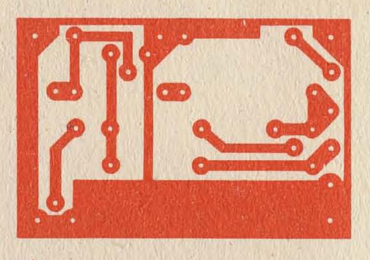


Bild 29
»Schubladen-Alarm«



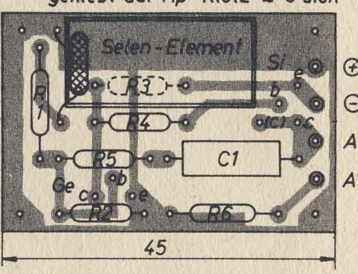


Bild 30
Leiterplatte zu Bild 29; a – Leiterbild; b – Bestückungsplan

Stückliste zu Bild 29/30
Lichtmelder (»Schubladenalarm«)

Widerstände

*R*1	3,3 kΩ 1/8 W (Richtwert)
*R*2	47 kΩ 1/8 W
*R*3	6,8 kΩ 1/8 W
*R*4	100 Ω 1/8 W
*R*5	3,3 kΩ 1/8 W
*R*6	33 Ω 1/8 W

Kondensatoren

*C*1 47 nF Kf-Kondensator

Halbleiterbauelemente

V1	pnp-Germaniumtransistor, z. B. *ΓT 322 Б* (Reststrom I_{CEO} <30 μA bei 25 °C)
V2	npn-Siliziumtransistor, z. B. *SC 236*, *SF 136* o. ä.

Sonstiges

BL	Lautsprecher 15 Ω (»extern«)
E	Selenfotoelement *SeH 13×26* o. ä. (z. B. aus altem Belichtungsmesser)

4 Stecklötösen oder Lötnägel
Leiterplatte nach Bild 30, z. B. von *typofix*-Folie

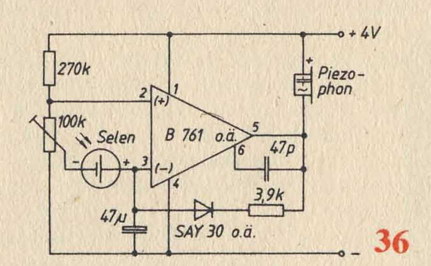


Bild 36
Lichtmelder mit »Tendenzsignal« für wachsende Helligkeit

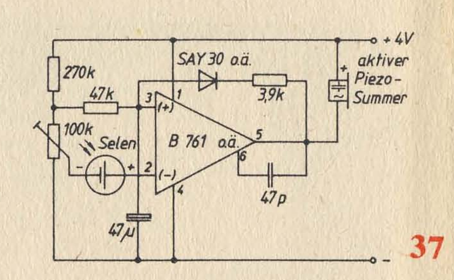


Bild 37
Lichtmelder mit »Tendenzsignal« für sinkende Helligkeit

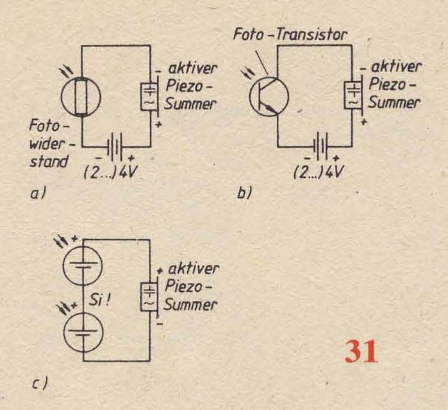


Bild 31
Einfache Lichtmelder mit Piezosummer (auch für Leuchtdiode ohne Vorwiderstand geeignet!); a – mit Fotowiderstand, b – mit Fototransistor, c – mit Solarzelle

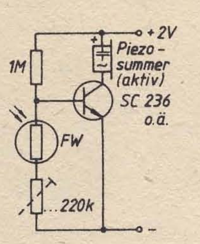


Bild 32
Signal bei Lichtausfall, Version mit Fotowiderstand

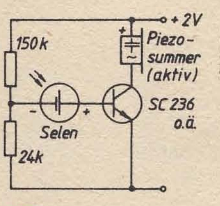




Bild 33
Signal bei Lichteinfall; Teiler hebt Spannung an der Basis des Siliziumtransistors so weit an, daß trotz seiner höheren Schwellspannung wieder 1 Selenelement genügt

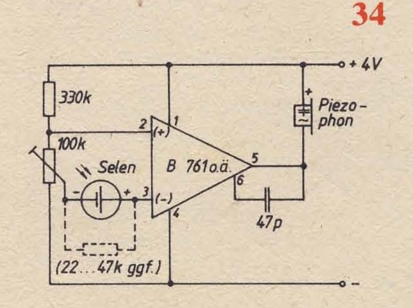


Bild 34
Lichtmelder mit 200 µA Ruhestrom; Signalstrom 3,3 mA, Empfindlichkeit einstellbar

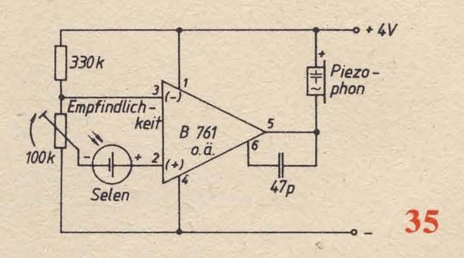


Bild 35
Lichtausfallmelder mit einstellbarer Empfindlichkeit

Schlenzig, Klaus:
Wachsame Elektronik. – Berlin: Militärverlag der DDR, 1987. – 32 Seiten: 55 Bilder – (Bauplan 64)

ISBN 3-327-00355-6

Lizenz-Nr. 5 · Printed in the German Democratic Republic · Gesamtherstellung: Grafischer Großbetrieb Sachsendruck Plauen · Lektor: Sabine Schmidt · Typografie: Helmut Herrmann · Redaktionsschluß: 20. August 1986 · LSV 3539
Bestellnummer: 746 931 6 · 00100

38

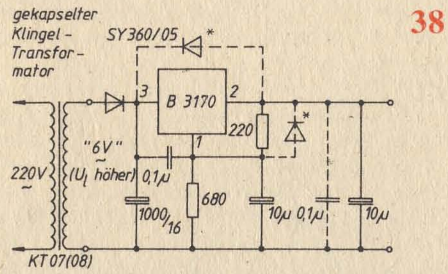


Bild 38
Stabilisierte Spannung aus Klingeltransformator für Rauchmelder

39

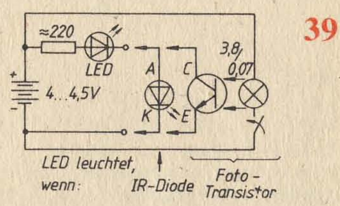
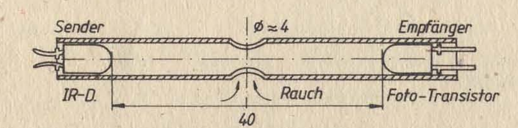
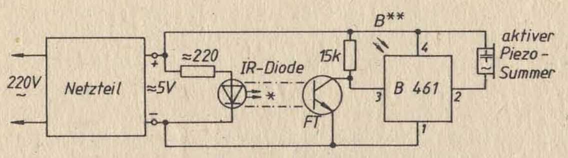


Bild 39
So lassen sich Infrarotsendedioden und Fototransistoren gleicher Bauform unterscheiden und in ihrer Anschlußzuordnung bestimmen

40

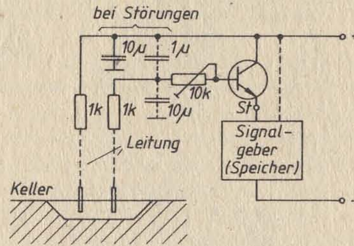




41

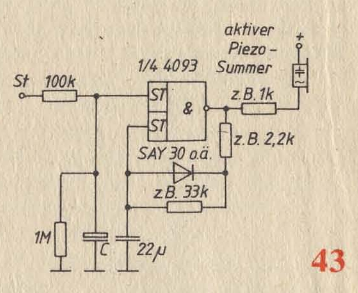
Bild 40
Rauchdetektor-Strahlstrecke

Bild 41
Gesamtschaltung des Rauchmelders



42

Bild 42
Transistor als Eingangsstufe beliebiger Flutalarmsysteme (R1 ist die Summe der Widerstände)



43

Bild 43
Durch schmale Aktivzeiten sehr sparsamer Melder

44

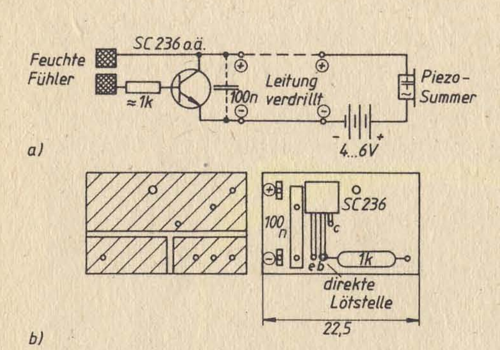
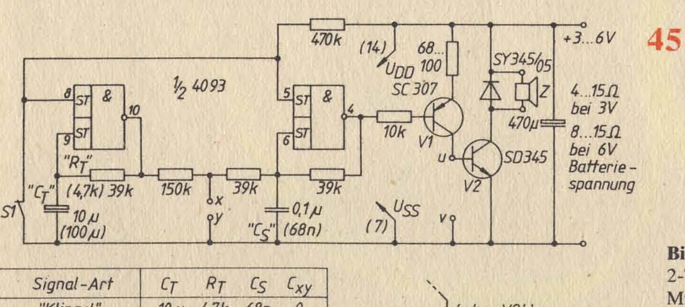


Bild 44
Feuchtealarm für im Normalfall trockene Fußböden; a – extrem einfache Schaltung, b – Kombination aus Fühler und Leiterplatte, spezielle Bestückung (Basisanschluß nicht auf Leiterplatte!); Bauelementeseite ggf. einbetten

45



Signal-Art	C_T	R_T	C_S	C_{xy}
"Klingel"	10μ	4,7k	68n	0
2-Ton	10μ	39k	68n	0
2-Ton mit Übergang	10μ	39k	68n	1μ
Sirene	100μ	39k	0,1μ	≥22μ

a)

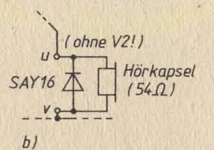


Bild 45
2-Ton-Generator mit 1/2 *4093*. Mit Kondensator zwischen x und y zur Sirene komplettierbar; a – Stromlaufplan mit Leistungsendstufe und Lautsprecher (»Signalhorn«), b – Hörkapselausgang für Testzwecke

46

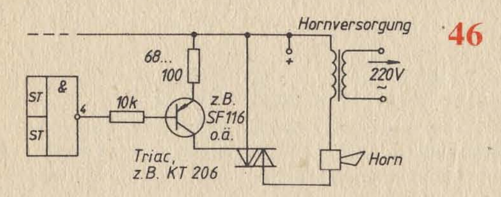


Bild 46
Anschlußmöglichkeit an Bild 45 für elektromechanisches Signalhorn über Triac (Prinzip)

47

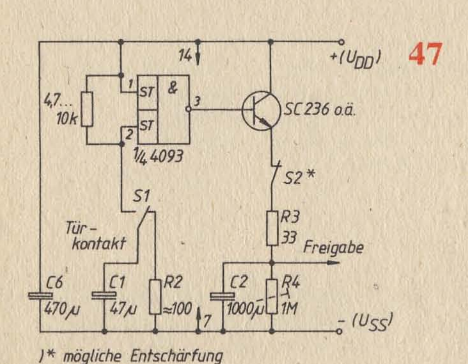
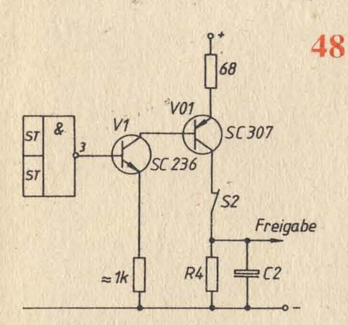
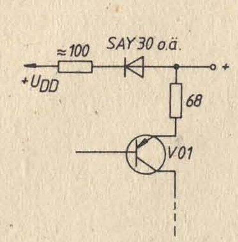


Bild 47
Alarmkontakteingang für unterschiedlichste Situationen; Vorbereiten der automatischen Abschaltung nach einer durch *R*4, *C*2 und weitere Schaltungsbedingungen gegebenen Zeit (im Beispiel bis zu 15 min), Mindestaufwand





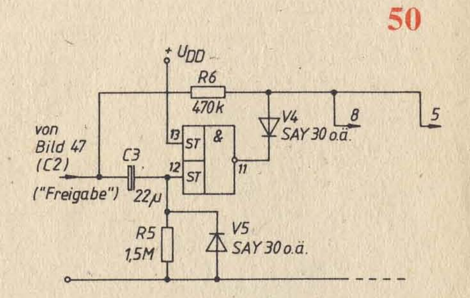
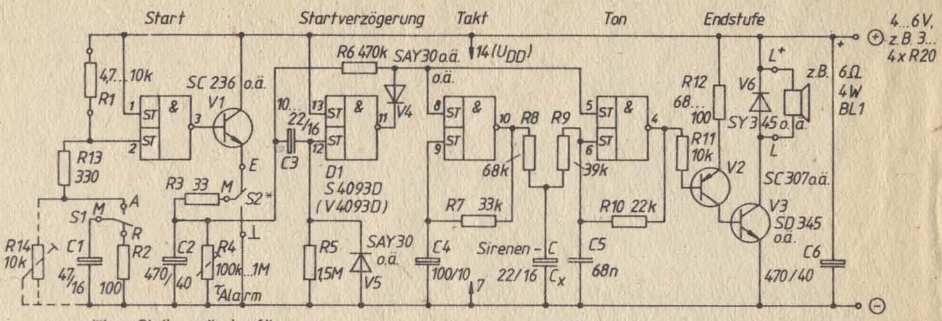


Bild 48
Für sehr kurzes Betätigen von S1 (unter 1 s) geeignete Variante mit verlängerter Aktivzeit

Bild 49
Verschieben der Triggerschwelle gegenüber der Spannung an *C*2: ebenfalls vergrößerte Alarmzeit bei gleichem *C*2

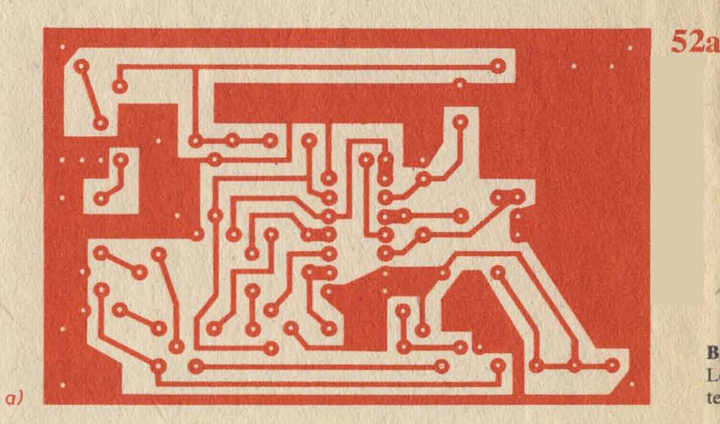
Bild 50
Verzögerte Alarmfreigabe zu Bild 47 bis Bild 49 (im Beispiel 8 bis 10 s, von *C*3 und *R*5 abhängig)

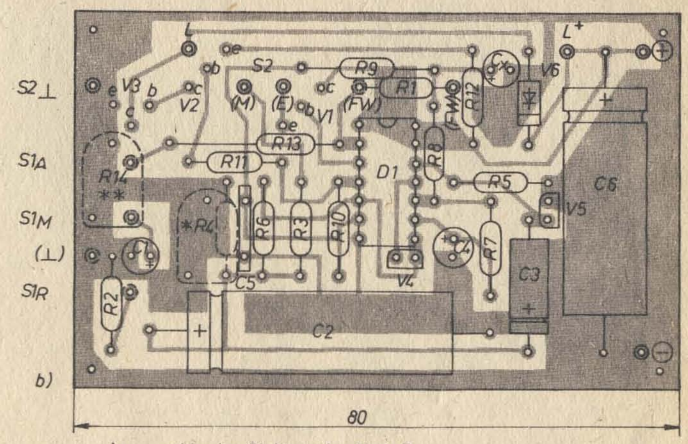
53b



)* Stellung "scharf"
)** Lichtschrankenalarm: S1, R1, R2, C2 entfallen; statt R1 Fotowiderstand; Schwellwert an R14 einstellen

Bild 51
Gesamtschaltung einer praktisch ruhestromfreien batteriegespeisten Alarmanlage mit verzögertem und zeitbegrenztem Alarmsignal





)* wahlweise Steller oder Fest-R
)** nur bei FW, dann ohne R1, R2, C1, S1

Bild 52
Leiterplatte zu Bild 51; a – Leiterbild, b – Bestückungsplan

Stückliste zu Bild 51/52
CMOS-Alarmanlage

Widerstände

*R*1	4,7...10 kΩ 1/8 W (bzw. bei Lichtschranke Fotowiderstand)
*R*2	100 Ω 1/8 W
*R*3	33 Ω 1/8 W
*R*4	1 MΩ Stellpotentiometer 1/20 W, liegend (Alarmzeit)
*R*5	1,5 MΩ 1/8 W
*R*6	470 kΩ 1/8 W
*R*7	33 kΩ 1/8 W
*R*8	68 kΩ 1/8 W
*R*9	39 kΩ 1/8 W
*R*10	22 kΩ 1/8 W
*R*11	10 kΩ 1/8 W
*R*12	68...100 Ω 1/8 W
*R*13	330 Ω 1/8 W
*R*14	10 kΩ Stellwiderstand (nur bei Fotowiderstand als *R*1, dann ohne *R*2, *C*1, S1)

Kondensatoren

*C*1	47 µF 16 V Elektrolytkondensator, stehend
*C*2	470 µF 40 V Elektrolytkondensator, liegend
*C*3	10...22 µF Elektrolytkondensator, liegend
*C*4	100 µF 10 V Elektrolytkondensator, stehend
*C*5	68 nF Keramik-Scheibenkondensator
*C*6	470 µF 40 V Elektrolytkondensator, liegend
Cx	22 µF 16 V Elektrolytkondensator, stehend

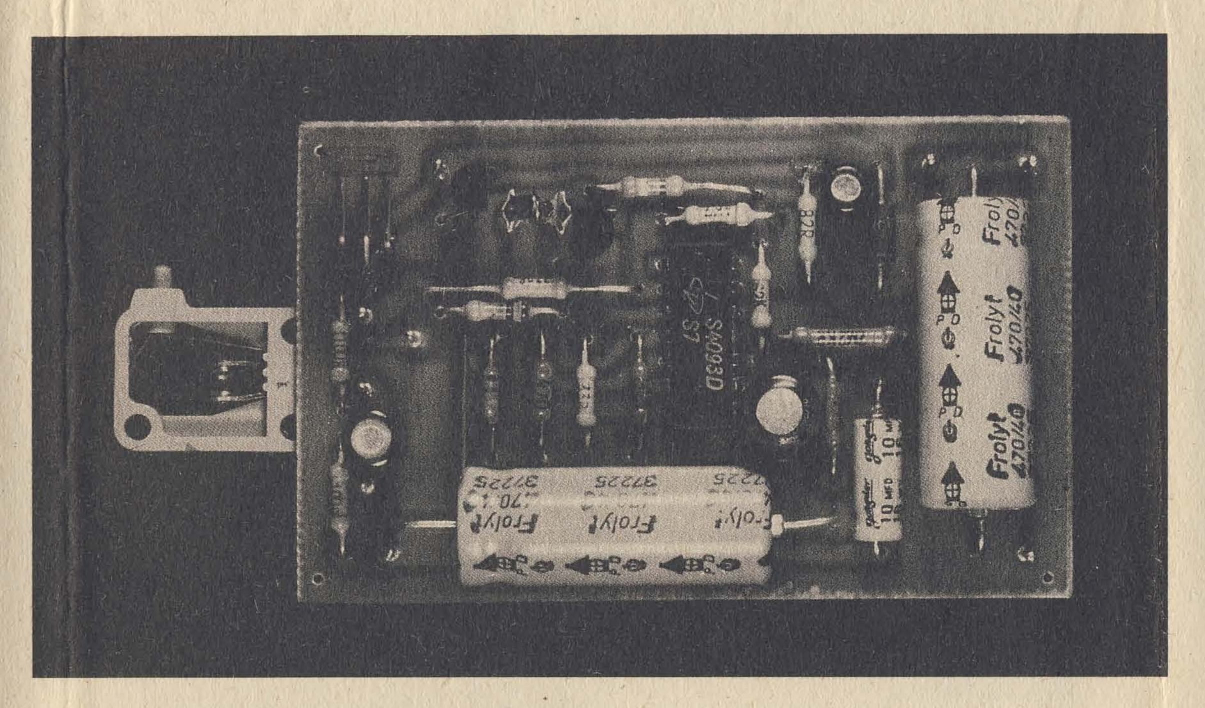
Halbleiterbauelemente

V1	npn-Transistor *SC 236* o. ä.
V2	pnp-Transistor *SC 307* o. ä.
V3	npn-Leistungstransistor *SD 345* o. ä., je nach Last und Batteriespannung mit Kühlblech
V4	Silizium-Planardiode *SAY 30* o. ä.
V5	Silizium-Planardiode *SAY 30* o. ä.
V6	schnelle Silizium-Gleichrichterdiode *SY 345/05* o. ä.
D1	CMOS-Trigger-NAND-Schaltkreis *V* oder *S 4093*

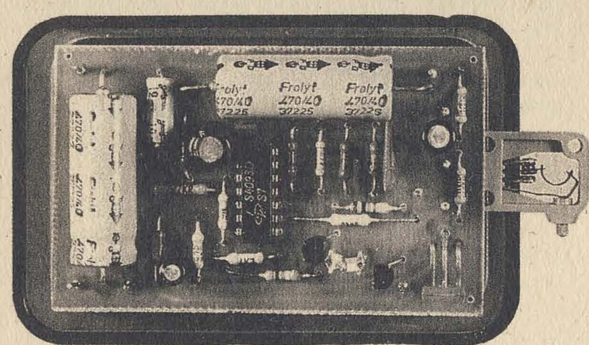
Sonstiges

S1	Mikrotaster für kleine Betriebsströme (extern)
S2	Umschalter, 1polig (extern)
BL1	Lautsprecher, Belastbarkeit und Impedanz je nach V3 und Betriebsspannung

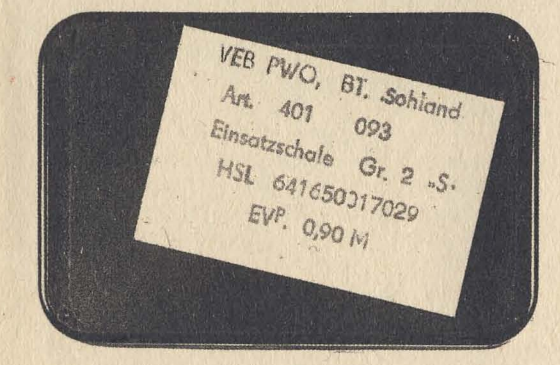
11 Stecklötösen oder Lötnägel
Leiterplatte nach Bild 52, z. B. von *typofix*-Folie



53a

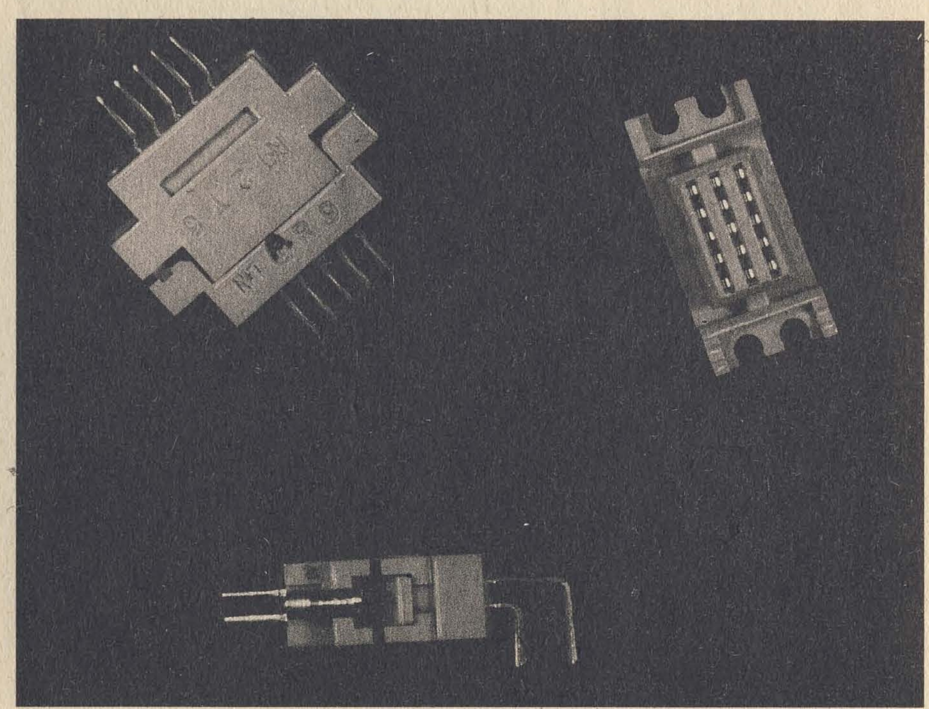


53c



53d

Bild 53
Testmuster zu Bild 52 (endgültige Ausführung: Bild 52); a – bestückte Leiterplatte, b – Gesamtanlage mit Testlautsprecher (über Vorwiderstand) und Testbatterie, c, d – Einbaumöglichkeit in handelsübliche Plastdose (Mikrotaster in den Bildern nur für Tests direkt angelötet)



54

Bild 54
Für Mehrfachleitungen empfehlenswerte Steckverbinder aus dem Handelssortiment

55

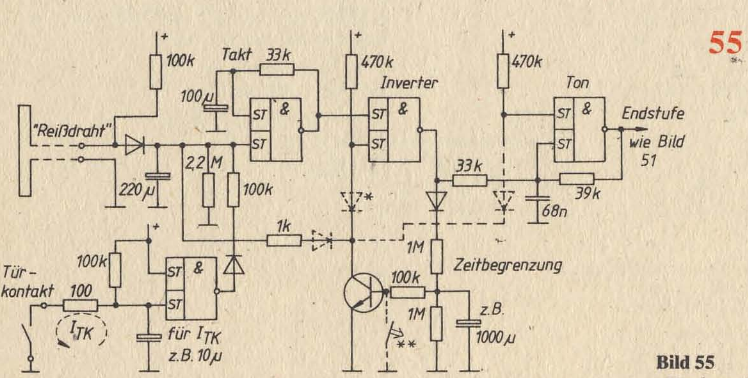
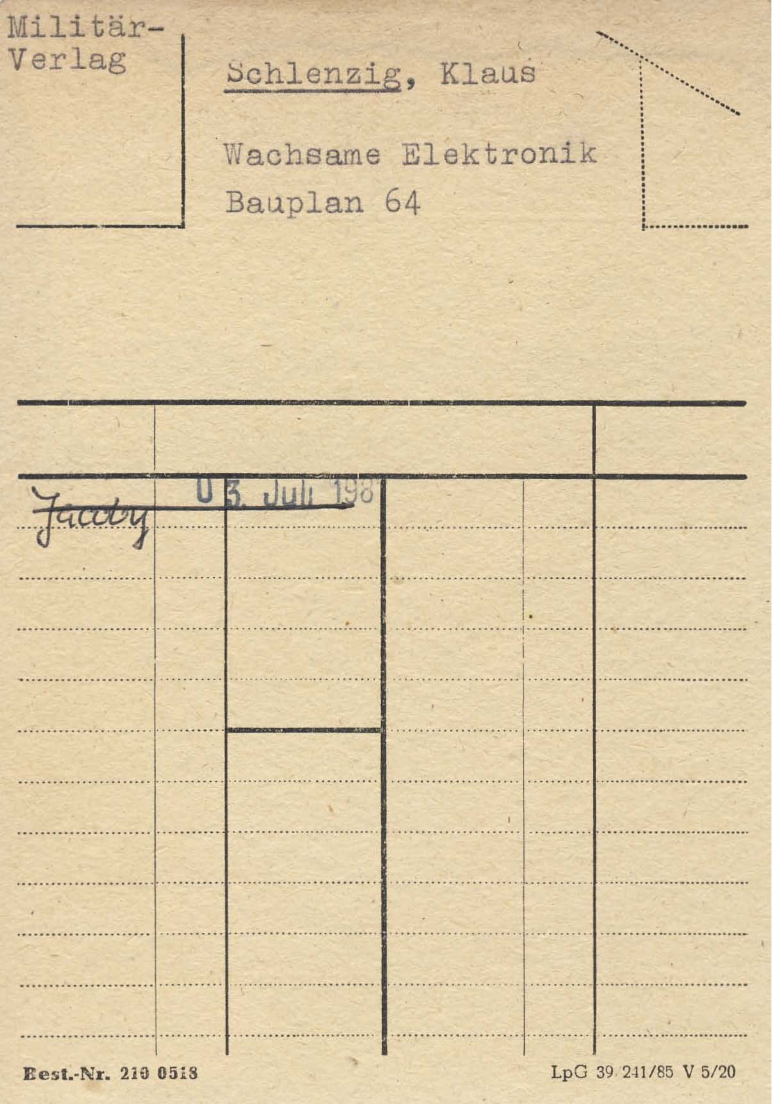


Bild 55
»Denkanstöße« für eine kombinierte Türkontakt- und Reißdrahtanlage



Militär-
Verlag

Schlenzig, Klaus

Wachsame Elektronik
Bauplan 64

~~Jacoby~~		~~03. Juli 198~~			

Best.-Nr. 210 0518 LpG 39 241/85 V 5/20